



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO CON LA
UTILIZACIÓN DE UN SOFTWARE EN LA EMPRESA
CEPOLFI INDUSTRIAL C.A”**

MONTERO ORTIZDIEGO DAVID

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE LA TESIS DE GRADO

2012 - 09 - 12

Yo recomiendo que la Tesis de Grado preparada por:

DIEGO DAVID MONTERO ORTIZ

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PLANIFICADO CON LA UTILIZACIÓN DE UN SOFTWARE EN LA
EMPRESA CEPOLFI INDUSTRIAL C.A”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Marco Santillán Gallegos

DECANO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Eduardo Hernández Dávila

DIRECTOR DE LA TESIS DE GRADO

Ing. Jorge Freire Miranda

ASESOR DE LA TESIS DE GRADO

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE LA TESIS DE GRADO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: DIEGO DAVID MONTERO ORTIZ

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO CON LA UTILIZACIÓN DE UN SOFTWARE EN LA EMPRESA CEPOLFI INDUSTRIAL C.A”

Fecha de Exanimación: 2014- 01 - 24

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González Puente PRESIDENTE TRIBUNAL DE DEFENSA			
Ing. Eduardo Hernández Dávila DIRECTOR TESIS DE GRADO			
Ing. Jorge Freire Miranda ASESOR MEMORIA DE GRADO			

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. FernandoGonzález Puente
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de tesis de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Diego David Montero Ortiz

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi padre BRUNO MONTERO, a mi madre NANCY ORTIZ, a mi esposa PAOLA CASTRO y a mi hermano quienes han sido el apoyo constante, el aliento y la inspiración más importante en mi vida, quienes siempre confiaron en mis capacidades, esperando ver juntos que este sueño de ser un profesional, se cristalice.

A mi familia, y para aquellos que no están presentes y me guían desde lo infinito, quienes pusieron su granito de arena para alcanzar mis sueños anhelados durante todos mis años de estudio y a Dios quien ha guiado mis pasos en los diferentes retos de mi vida.

Diego Montero Ortiz

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la prestigiosa Facultad de Mecánica, a la reconocida y nombrada Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, autoridades, maestros, quienes me han brindado los conocimientos de formación en mi carrera, para culminar con la aspiración profesional en tan distinguida Institución Educativa.

De manera muy especial el agradecimientos a mis padres, hermano, esposa y a mi hijo Juan David por todo su apoyo incondicional en todo momento y por toda aquella motivación dada durante mi trayectoria académica, creyendo siempre en mis destrezas y capacidades.

Para el Ing. Eduardo Hernández y el Ing. Jorge Freire por su tiempo y dedicación para guiar en la elaboración de esta tesis.

Diego Montero Ortiz

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Tipos de mantenimiento.....	3
2.1.1 <i>Mantenimiento correctivo</i>	3
2.1.2 <i>Mantenimiento preventivo</i>	3
2.1.2.1 <i>Mantenimiento preventivo directo</i>	3
2.1.2.2 <i>Mantenimiento preventivo indirecto</i>	4
2.1.3 <i>Mantenimiento innovativo</i>	4
2.2 Parámetros del mantenimiento preventivo planificado.....	5
2.2.1 <i>Estado técnico o condiciones actuales de la maquinaria o equipos</i>	5
2.2.2 <i>Grado de utilización de los equipos</i>	6
2.2.3 <i>Capacidad de carga con que se hace trabajar los equipos</i>	6
2.2.4 <i>Decisiones acerca de la futura eliminación de los equipos</i>	6
2.2.5 <i>Decisiones acerca del armado de nuevos equipos</i>	6
2.2.6 <i>Decisiones acerca de la reconstrucción de los equipos existentes</i>	6
2.2.7 <i>Demanda futura de utilización de los equipos</i>	6
2.2.8 <i>Importancia de la maquinaria o equipos dentro del proceso productivo</i>	7
2.2.9 <i>Banco de tareas a realizarse en los equipos</i>	7
2.2.10 <i>Servicio por el que comenzará el mantenimiento</i>	7
2.2.11 <i>Tiempo que se invertirá en la solución de reparaciones imprevista</i>	7
2.2.12 <i>Cantidad de obreros necesarios</i>	7
2.3 Procedimientos de mantenimiento.....	8
2.3.1 <i>Mantenimiento preventivo basado en tiempos fijos (MP-BTF)</i>	8
2.3.2 <i>Mantenimiento preventivo basado en cuentas fijas (MP-BCF)</i>	9
2.3.3 <i>Mantenimiento preventivo basado en cuentas fijas (MP-BCF)</i>	10
2.3.4 <i>Mantenimiento preventivo basado en inspecciones (MP-BINSP)</i>	11
2.3.5 <i>Mantenimiento preventivo hasta que se deterioran (MP-HQD)</i>	11
2.3.6 <i>Mantenimiento correctivo planificado (MC-P)</i>	12
2.3.7 <i>Mantenimiento correctivo no planificado (MC-NP)</i>	12
2.3.8 <i>Mantenimiento innovativo planificado (MI-P)</i>	13
2.3.9 <i>MP-anualizado</i>	13
3. CONDICIONES INICIALES	
3.1 Introducción.....	15
3.2 Antecedentes históricos.....	15
3.3 Legislación o base legal.....	16
3.4 Misión.....	16
3.5 Visión.....	17

3.6	Organigrama.....	17
3.7	Distribución de la empresa.....	18
3.8	Proceso productivo.....	19
3.9	Organización del departamento de mantenimiento.....	20
3.9.1	<i>Definición de responsabilidades.....</i>	23
3.10	<i>Proceso de utilización de rutinas de mantenimiento preventivo.....</i>	26
4.	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	
4.1	Inventario de los equipos.....	27
4.2	Ubicación técnica.....	28
4.2.1	<i>Indicadores de estructuración de equipos.....</i>	29
4.2.1.1	<i>Máscara de tratamiento.....</i>	29
4.2.1.2	<i>Niveles jerárquicos.....</i>	29
4.3	Gestión de componentes.....	29
4.3.1	<i>Componentes de los equipos.....</i>	29
4.4	Gestionar estrategias de mantenimiento.....	36
4.4.1	<i>Análisis de restricciones.....</i>	37
4.4.2	<i>Análisis de criticidad.....</i>	37
4.4.2.1	<i>Matriz y flujograma de criticidad.....</i>	38
4.4.3	<i>Análisis del modo y efecto de falla (AMEF).....</i>	50
4.4.3.1	<i>Análisis funcional.....</i>	50
4.4.3.2	<i>Fallas funcionales.....</i>	50
4.4.3.3	<i>Modos de falla.....</i>	51
4.4.3.4	<i>Efectos de los modos de falla.....</i>	51
4.4.3.5	<i>Consecuencias de las fallas.....</i>	51
4.4.3.6	<i>Tareas de mantenimiento.....</i>	64
4.4.3.7	<i>Diagrama de evaluación.....</i>	64
5.	SELECCIÓN DEL SOFTWARE	
5.1	Características requeridas.....	78
5.2	Estudios comparativos de los software.....	79
5.2.1	<i>Funcionalidades de SGM pro.....</i>	80
5.2.2	<i>Funcionalidades de SisMAC.....</i>	82
5.2.3	<i>Funcionalidades del MP.....</i>	84
5.3	Selección del software según las funciones requeridas.....	86
5.4	Requerimientos informáticos del software.....	89
6.	IMPLEMENTACIÓN	
6.1	Explicación de la implementación.....	90
6.1.1	<i>Cómo usar la aplicación web.....</i>	90
6.1.2	<i>Página inicial.....</i>	90
6.1.2.1	<i>Menú de navegación – planificador.....</i>	91
6.2	Información general.....	92
6.3	Gestión.....	93
6.3.1	<i>Gestionar ubicación técnica en SGM.....</i>	93
6.3.2	<i>Gestión de equipos en SGM.....</i>	95
6.3.3	<i>Gestión componentes en SGM.....</i>	97
6.3.4	<i>Gestionar estrategias en SGM.....</i>	99
6.3.5	<i>Gestión técnicos en SGM.....</i>	101

6.3.6	<i>Gestión de repuestos en SGM.....</i>	103
6.4	Reportes.....	105
6.4.1	<i>Plan de mantenimiento en SGM.....</i>	106
6.4.2	<i>Reporte fallas en SGM.....</i>	109
6.4.3	<i>Actividades asignadas.....</i>	110
6.4.3.1	<i>Notificar actividad.....</i>	111
6.4.3.2	<i>Elegir repuesto.....</i>	112
6.4.3.3	<i>Cerrar actividad.....</i>	112
6.4.3.4	<i>Visualizar los repuestos utilizados.....</i>	113
6.4.4	<i>Técnico – actividades.....</i>	113
6.5	Soporte técnico.....	114
6.6	Administrador.....	114
7.	INDICADORES, CLAVES DE RENDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO	
7.1	Rendimiento del mantenimiento.....	116
7.2	Indicadores de gestión para mantenimiento.....	116
7.3	Beneficios derivados de los indicadores.....	117
7.4	Indicadores.....	117
7.4.1	<i>Disponibilidad.....</i>	117
7.4.2	<i>Fiabilidad.....</i>	118
7.4.2.1	<i>Tiempo promedio entre falla.....</i>	118
7.4.3	<i>Mantenibilidad.....</i>	119
7.4.3.1	<i>Tiempo promedio para reparación.....</i>	119
7.5	Indicadores secundarios.....	120
7.5.1	<i>Indicadores de accidentabilidad.....</i>	120
7.5.2	<i>Indicadores de mano de obra externa.....</i>	120
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
8.1	Conclusiones.....	121
8.2	Recomendaciones.....	121

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1	Lista de equipos del área de poliuretano..... 27
2	Lista de equipos del área de fibra de vidrio..... 27
3	Lista de equipos del área de terminado..... 28
4	Lista de equipos del área de laboratorio..... 28
5	Lista de equipos del área de mantenimiento..... 28
6	Componentes del equipo IN01..... 31
7	Componentes del equipo IN02..... 31
8	Componentes del equipo IN03..... 31
9	Componentes del equipo CP04..... 32
10	Componentes del equipo JE01..... 32
11	Componentes del equipo JE02..... 32
12	Componentes del equipo CP03..... 32
13	Componentes del equipo SP04..... 32
14	Componentes del equipo ME05..... 33
15	Componentes del equipo MO06..... 33
16	Componentes del equipo CA01..... 33
17	Componentes del equipo SE02..... 33
18	Componentes del equipo ME03..... 33
19	Componentes del equipo CH04..... 34
20	Componentes del equipo SL01..... 34
21	Componentes del equipo ST02..... 34
22	Componentes del equipo SM03..... 34
23	Componentes del equipo SA04..... 35
24	Componentes del equipo TP05..... 35
25	Componentes del equipo ES06..... 35
26	Componentes del equipo CT01..... 35
27	Componentes del equipo CC02..... 35
28	Componentes del equipo CR03..... 36
29	Componentes del equipo CC04..... 36
30	Matriz de criticidad..... 39
31	Seguridad y Salud (S&S)..... 40
32	Medio Ambiente (MA)..... 41
33	Calidad y Productividad (C&P)..... 42
34	Producción (P)..... 43
35	Tiempos de Operación (TO)..... 44
36	Intervalos entre Actividades (TBF)..... 45
37	Tiempos y Costos de Mantenimiento (MT)..... 46
38	Cuadro de resultados..... 48
39	Análisis del modo y efecto de fallas del IN01..... 53
40	Análisis del modo y efecto de fallas del IN02..... 55
41	Análisis del modo y efecto de fallas del IN03..... 57
42	Análisis del modo y efecto de fallas del CP04..... 59
43	Análisis del modo y efecto de fallas del JE01..... 60
44	Análisis del modo y efecto de fallas del JE02..... 61
45	Análisis del modo y efecto de fallas del SE02..... 62
46	Análisis del modo y efecto de fallas del ME03..... 63

47	Selección y evaluación de las tareas de mantenimiento del IN01.....	67
48	Selección y evaluación de las tareas de mantenimiento del IN02.....	69
49	Selección y evaluación de las tareas de mantenimiento del IN03.....	71
50	Selección y evaluación de las tareas de mantenimiento del CP04.....	73
51	Selección y evaluación de las tareas de mantenimiento del JE01.....	74
52	Selección y evaluación de las tareas de mantenimiento del JE02.....	75
53	Selección y evaluación de las tareas de mantenimiento del SE02.....	76
54	Selección y evaluación de las tareas de mantenimiento del ME03.....	77
55	Requerimientos funcionales.....	78
56	Funcionalidades de SGM pro.....	81
57	Funcionalidades de SisMAC.....	83
58	Funcionalidades de MP.....	84
59	Comparación de funciones.....	86
60	Funciones de los programas.....	87
61	Costo de programa.....	88
62	Requerimientos informáticos.....	89

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Inyectora de esponja # 2.....	9
2 Compresor de tornillo FIAC V25.....	9
3 Bomba de alta presión.....	10
4 Sistema de calentamiento.....	11
5 Inyectora 60-40.....	12
6 Cabina de pulido.....	13
7 CEPOLFI INDUSTRIAL.....	14
8 Organigrama estructural.....	18
9 Espacio físico.....	19
10 Planta fibra de vidrio.....	19
11 Planta de poliuretano.....	20
12 Organigrama estructural de mantenimiento.....	22
13 Diagrama de codificación.....	30
14 Herramientas de gestión.....	36
15 Flujograma de criticidad.....	47
16 Diagrama de evaluación.....	66
17 SGM Pro.....	79
18 SisMAC.....	80
19 MP.....	80
20 Funciones requeridas vs programa.....	87
21 Costo vs programa.....	88
22 Página principal.....	90
23 Ingreso los datos para inicial sección.....	91
24 Menú de navegación.....	92
25 Información general.....	92
26 Gestión.....	93
27 Ubicación técnica.....	93
28 Buscador integrado.....	94
29 Agregar ubicación.....	94
30 Nueva ubicación.....	94
31 Error ubicación.....	95
32 Gestión de equipo.....	95
33 Buscador gestión de equipo.....	96
34 Agregar equipo.....	96
35 Datos de los equipo.....	96
36 Error de datos.....	97
37 Componentes.....	97
38 Buscador de componentes.....	98
39 Agregar componentes.....	98
40 Nuevo componente.....	98
41 Error.....	99
42 Estrategias.....	99
43 Buscador de estrategia.....	100
44 Otras acciones.....	100
45 Agregar estrategia.....	100
46 Nueva estrategia.....	101

47	Error de estrategia.....	101
48	Técnicos.....	102
49	Buscador de técnicos.....	102
50	Agregar técnicos.....	103
51	Nuevo técnico.....	103
52	Gestión de repuestos.....	104
53	Buscador de repuestos.....	104
54	Agregar repuestos.....	104
55	Nuevo repuesto.....	105
56	Reportes.....	105
57	Plan de mantenimiento.....	106
58	Plan de anual.....	106
59	Cambio de inicio de semana.....	107
60	Actividades por semana.....	108
61	Plan semana.....	108
62	Reporte de fallas.....	109
63	Nueva de fallas.....	109
64	Reporta nueva falla.....	109
65	Buscador de falla.....	110
66	Actividades asignadas.....	110
67	Buscador de actividades asignadas.....	110
68	Notificar actividades.....	111
69	Elegir repuesto.....	112
70	Cerrar actividad.....	113
71	Repuestos utilizados.....	113
72	Lista de técnicos.....	114
73	Cambiar la contraseña.....	155
74	Error de contraseña.....	115

LISTA DE ABREVIACIONES

MP-BTF	Mantenimiento preventivo basado en tiempos fijos
MP-BCF	Mantenimiento preventivo basado en cuentas fijas
MP-BINSP	Mantenimiento preventivo basado en inspecciones
MP-HQD	Mantenimiento preventivo hasta que se deterioran
MC-P	Mantenimiento correctivo planificado
MC-NP	Mantenimiento correctivo no planificado
MI-P	Mantenimiento innovativo planificado
S&S	Seguridad y salud
MA	Medio ambiente
C&P	Calidad y productividad
P	Producción
TO	Tiempos operacionales
TBF	Intervalos entre actividades
MT	Tiempos y costos de mantenimiento
AMEF	Análisis del modo y efecto de falla

LISTA DE ANEXOS

- | | |
|----------|---|
| A | Nuevo organigrama estructural |
| B | Proceso de elaboración de piezas de fibra de vidrio |
| C | Proceso para elaborar piezas de poliuretano |
| D | Proceso de aislamiento termo-acústico |

RESUMEN

Se ha desarrollado la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo planificado con la utilización de un software en la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A, que cuenta con la planeación y programación del mantenimiento y tiene como finalidad definir acciones para su efectiva gestión y desempeño.

Utilizando herramientas de investigación como la observación y entrevista se procedió a realizar el diagnóstico del estado técnico actual de la máquinas y comparar información de procesos de producción que permitió determinar las falencias y dificultades técnicas de las máquinas; base fundamental para organizar el sistema de mantenimiento preventivo aplicable para el mejoramiento de acciones que permitan tomar decisiones y poder prevenir las fallas imprevistas.

La elaboración del inventario, codificación y listado de componentes constituye información para realizar tres tipos de análisis: restricciones, criticidad, modo y efecto falla; los análisis permiten determinar tareas de mantenimiento preventivo a ejecutarse en las maquinarias catalogadas en estado crítico y semicríticos.

Previo al ingreso de información obtenida, se realizó la selección del software que la empresa necesita para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo, mismo que por cumplir con el 90% de funciones requeridas se decidió por software SGM Pro, para poder gestionar ubicación técnica, equipos, componentes, estrategias, talento humano y repuestos.

El sistema de mantenimiento propuesto ejecutable al software SGM Pro permite gestionar información y documentación principal como: plan de mantenimiento, órdenes de trabajo, actividades para los técnicos de mantenimiento semanales, informes de tareas ejecutadas, stock máximo y mínimo de repuestos. Soluciones automatizadas que llevan a la empresa alcanzar el mejoramiento continuo, por lo que se recomienda la aplicación efectiva del sistema, evaluación y control de las acciones de corrección.

ABSTRACT

The implementation of a planned preventive maintenance has been developed by using software in CEPOLFI INDUSTRIAL C.A enterprise, which has planning and maintenance scheduling and aims to define actions for effective management and performance.

Using research tools such as observation and interview it was proceeded to diagnose the current technical condition of machines to compare, information production processes which allowed to identify shortcomings and technical difficulties of the machines, the foundation for organizing the preventive maintenance system applicable for actions to improve decision making and to prevent glitches.

Inventory preparation, coding and information list of components compose information to carry out three types of analysis: constraints, criticality, failure mode and effect; the analysis allow determining preventive maintenance tasks to run on the machines listed in critical and semi-critical.

Previous to enter the information obtained, the selection of software that the company needs to implement the preventive maintenance plan was carried out, which satisfies the 90% of required features is decided to use the SGM Pro software, to manage a functional location, equipment, components, strategies, human talent and spare parts.

The suggested maintenance system executable to SGM Pro software allows managing information and primary documentation such as: plan maintenance, work orders, weekly activities for maintenance technicians, reports of executed tasks, maximum and minimum stock of spare parts. Automated solutions that lead the company to achieve continuous improvement, so that the effective application of the system, evaluation and control of corrective actions are recommended.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Sin duda, el desarrollo de nuevas tecnologías ha marcado sensiblemente la actualidad industrial mundial.- En los últimos años, la industria mecánica se ha visto bajo la influencia determinante de medios tecnológicos, exigiendo mayor preparación en el personal, no sólo desde el punto de vista de la operación de la maquinaria, sino desde el punto de vista del mantenimiento industrial.

El Mantenimiento en tiempos pasados no era considerado de vital importancia dentro de las Industrias aunque siempre estuvo ligado a éstas, desde que surgieron las primeras reparaciones en las máquinas.

La Empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A fue fundada en noviembre de 1998, y se encuentra ubicada en la Provincia de Tungurahua Cantón Ambato Parroquia Santa Rosa Barrio San José de Chilcaloma junto a TEIMSA.

Fue creada como resultado de los requerimientos y demandas de partes y piezas de polímeros y resina poliéster reforzado con fibra de vidrio, para abastecer al mercado local y nacional del sector carroceros, manteniendo siempre su principio de respeto al medio ambiente.

Con la evolución de los procesos de fabricación la empresa ha renovado tecnológicamente adquiriendo equipos de procedencia alemana al igual que los repuestos, ya que su trabajo lo realiza con materia prima importada de la empresa Synthesia Panamá, S.A. como es el polioli 9735L RB y el isocianato 5669 ya que estos componentes son adecuados para la producción de piezas de espuma flexible moldeadas en frío como asientos, respaldos, cabezales donde se requiere confort, elasticidad y dureza apropiada.

1.2 Justificación

En vista de que en los últimos años en la industria la mano del hombre ha sido reemplazada por maquinaria y equipos con nuevas y avanzadas tecnologías, pero sin embargo es necesario la intervención del ser humano para complementar el trabajo minucioso de esta tecnología, razón por la cual se realizó el estudio y aplicación del

mantenimiento preventivo planificado mediante un software en los equipos de la empresa.

En la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A se ha determinado que uno de los principales problemas por los que no se tiene mayor producción, es por los tiempos de paradas imprevistas de los equipos de procedencia alemana debido a que no existe un control administrativo que ayude a evitar estos inconvenientes, basándose en esto se implementó un verdadero sistema que nos permita planificar, controlar el mantenimiento y reducir las paradas imprevistas permitiendo que su proceso siga su marcha sin ningún problema, es por esto que se implanto el mantenimiento preventivo planificado con la utilización de un software que tiene como objetivo obtener resultados en su gestión utilizando una política adecuada para lograr la operación continua y segura de los equipos de la empresa ya que los mismos son de suma importancia en el proceso productivo.

Mediante el presente trabajo se ayudó a la formación profesional de los trabajadores de CEPOLFI INDUSTRIAL C.A del área de mantenimiento, y se obtiene un mejor rendimiento en las maquinarias y así se tiene una producción sin paros imprevistos lo cual beneficiará económicamente a la empresa ya que se redujo los tiempos improductivos.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Implementar un sistema de mantenimiento preventivo planificado con la utilización de un software en la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Determinar las condiciones iniciales de la empresa.

Realizar el análisis de criticidad.

Realizar el Análisis del modo y efecto de falla (AMEF).

Seleccionar y evaluar las tareas de los equipos.

Seleccionar el software adecuado para la empresa.

Implementar el mantenimiento preventivo planificado mediante un software.

Evaluar los resultados del plan de mantenimiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Tipos de mantenimiento

El mantenimiento consiste en tres clasificaciones importantes:

Mantenimiento Correctivo

Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento Innovativo

2.1.1 *Mantenimiento Correctivo.* Mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en que pueda realizar una función requerida (PRANDO, 1996 pág. 19).

La definición anterior menciona, cuando se considera que una falla está siendo reparada ésta es clasificada como mantenimiento correctivo, ejemplo, reparar las goteras de la empresa es definitivamente mantenimiento correctivo, ya que estamos retornando al techo a sus condiciones iniciales de funcionamiento.

2.1.2 *Mantenimiento Preventivo.* Mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios establecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento (PRANDO, 1996 pág. 20).

Por ejemplo, limpiar las hojas del techo de la empresa es considerado un mantenimiento preventivo, ya que se está impidiendo que con el tiempo el techo se obstruya a causa de las hojas el polvo que caen sobre él.

2.1.2.1 *Mantenimiento preventivo directo.* Es el mantenimiento que se realiza para prevenir que ocurran fallas y estos mantenimientos son los que se programan basados en frecuencias de tiempos fijos o en frecuencia de conteos fijos, una característica de los mantenimientos preventivos directos por lo general se tiene que parar el uso del equipo para revisarlos, lo que por definición también generan tiempo muerto.

Por ejemplo, revisar la presión de las llantas del vehículo cada semana es un ejemplo de un mantenimiento preventivo directo, porque se realiza con una frecuencia definida en el tiempo y porque se detiene el vehículo para poderlo realizar.

2.1.2.2 Mantenimiento preventivo indirecto. El mantenimiento preventivo indirecto es el que se realiza para poder detectar o anticipar fallas en sus tempranas fases de desarrollo y se ejecuta realizando mediciones, inspecciones o controles de los niveles normales de operación, la palabra indirecta en esta definición se emplea porque la condición no se modificará cuando se realiza este tipo de trabajo, sino que la corrección del equipo se realizará basada en los resultados de las mediciones, este tipo de mantenimiento es conocido como mantenimiento basado en condiciones de operación, este tipo de mantenimiento se está volviendo muy común ya que reduce los costos de mantenimiento al mismo tiempo que las mediciones se realizan cuando el equipo está en funcionamiento, y por lo tanto no generan tiempo muerto.

La planificación de mantenimiento preventivos indirectos (monitoreo de condiciones de operación), también está controlada por tiempos, es decir, que los monitores se pueden realizar semanalmente o diariamente.

Ejemplo, los vehículos por lo general tienen medidores de temperatura, como conductor del vehículo se puede observar diariamente el nivel de temperatura de éste medidor, si se llega a observar que la flechita ya está entrando a la sección roja, pues se debe detener en una estación de gasolinera para reparar la falla echándole más agua al radiador.

2.1.3 Mantenimiento innovativo. Es la clase de mantenimiento que se realiza para modificar el diseño de los recursos con el propósito de disminuir las fallas y por ende incrementar la disponibilidad. Ejemplo, la empresa pinta la fachada antes de cada 15 de septiembre para mejorar su imagen. Sin embargo el gerente de la empresa detecta que todos los años antes de pintar la fachada la pintura está totalmente decolorada y enmohecida, el mantenimiento innovativo dice que está es una falla muy repetitiva, se llama a un experto en pinturas y con un incremento en el costo de un aditivo plastificante de solo un 5%, la nueva pintura durará 10 años sin que se deteriore, en vez de seguir usando la pintura corriente de agua.

Como se puede ver en las definiciones anteriores el mantenimiento moderno va mucho más allá que el de desmantelar equipos y cambiar piezas dañadas.

Ahora existen nuevas técnicas que administradas correctamente producen excelentes resultados, un dicho en la administración de mantenimiento moderno dice:

“Nunca tocar un equipo que esté trabajando en perfecto estado”

2.2 Parámetros del mantenimiento preventivo planificado

Para poder llevar a cabo la planificación del mantenimiento se requiere tener información acerca de los siguientes parámetros principales:

- a) Estado técnico o condiciones actuales de la maquinaria o equipos.
- b) Grado de utilización de la maquinaria o equipos.
- c) Capacidad de carga a la que se hace trabajar la maquinaria o equipos.
- d) Decisiones acerca de la futura eliminación de la maquinaria o equipos.
- e) Decisiones acerca de la adquisición de nueva maquinaria o equipos.
- f) Decisiones acerca de la reconstrucción de la maquinaria o equipos existentes.
- g) Demanda futura de utilización de la maquinaria o equipos.
- h) Importancia de la maquinaria o equipos dentro del proceso productivo.
- i) Banco de tareas a realizarse en la maquinaria o equipos.
- j) Servicio por el que comenzará el mantenimiento.
- k) Tiempo que se invertirá en la solución de reparaciones imprevistas.
- l) Cantidad de obreros necesarios.

2.2.1 *Estado técnico o condiciones actuales de la maquinaria o equipos.* Es muy importante en el mantenimiento preventivo planificado conocer el estado técnico o condiciones actuales de la maquinaria o equipos, para poder determinar las condiciones técnicas y funcionales en las que se encuentran. Puede ser determinado a través de:

- Una revisión técnica de la maquinaria o equipos.
- Un inventario físico, en base al cual podamos establecer con qué maquinaria o equipo cuenta la empresa.
- Un registro permanente de su estado o condiciones generales, lo cual debería llevarse a manera de historial.

2.2.2 *Grado de utilización de los equipos.* Es una cifra porcentual calculada en base a las horas trabajadas por la maquinaria o equipos con respecto a un año calendario.

Grado de Utilización

$$GU = \frac{\text{Total de horas trabajadas}}{\text{Total horas anuales} - \text{Horas de paro por mantenimiento}}$$

2.2.3 *Capacidad de carga con que se hace trabajar los equipos.* Se obtiene a través de los operadores de los equipos; son ellos quienes hacen trabajar éstas a diferentes capacidades, tales como:

- Baja carga
- Media carga
- Plena carga
- En sobrecarga

2.2.4 *Decisiones acerca de la futura eliminación de los equipos.* En la planificación a largo plazo se deberá prever la fecha en la que se decida dar de baja una determinada máquina o equipo a fin de no tomarla en cuenta después de esta fecha. Con esto se evitaría una planificación inútil de mantenimiento con respecto a la máquina o equipo en cuestión.

2.2.5 *Decisiones acerca del armado de nuevos equipos.* Cuando se va al eliminar una máquina o equipo de una empresa ya sea porque ha cumplido su ciclo de vida o por obsolescencia, se deberá inmediatamente pensar en la adquisición de una nueva máquina o equipo que sustituya a aquella que se va a descartar y de una manera general, se tratará de escoger equipo de moderna tecnología y posiblemente de una mayor capacidad de producción.

2.2.6 *Decisiones acerca de la reconstrucción de los equipos existentes.* En este sentido se deberá analizar aspectos netamente económicos a fin de decidir si resulta más barato reconstruir la maquinaria o equipos existentes en vez de adquirir otras maquinarias o equipos nuevos.

2.2.7 *Demanda futura de utilización de los equipos.* En la industria está sujeta a las políticas que tenga proyectada la empresa principalmente en lo concerniente a su producción.

Al respecto esto tendría que analizarse en el sentido de que la maquinaria existente se la vaya a hacer trabajar a plena carga o con sobrecarga o en el sentido de adquirir nueva maquinaria para ampliar la producción.

2.2.8 *Importancia de la maquinaria o equipos dentro del proceso productivo.* En la planificación del mantenimiento es importante considerar la influencia que tiene la maquinaria o equipos dentro del proceso productivo.

Según éste parámetro el mantenimiento se comenzará por los equipos críticos, a continuación los fundamentales y finalmente los no fundamentales.

2.2.9 *Banco de tareas a realizarse en los equipos.* Al planificar el mantenimiento es muy importante conocer detalladamente el banco de tareas que se deberá realizar en la maquinaria o equipos, así como los tiempos que se requieren para su ejecución respectiva.

La determinación de los tiempos de ejecución de cada una de las tareas se puede efectuar midiéndolos por cronometraje, por datos estadísticos que posea la empresa o teniendo en cuenta el criterio y la experiencia de los técnicos más calificados.

2.2.10 *Servicio por el que comenzará el mantenimiento.* En una función del estado técnico de un equipo, se definirá por cuál de los diferentes tipos de servicios se deberá comenzar el mantenimiento.

Entre los tipos de servicios de mantenimiento tenemos a los siguientes:

- Revisión
- Reparación pequeña
- Reparación media
- Reparación general

2.2.11 *Tiempo que se invertirá en la solución de reparaciones imprevistas.* Otro parámetro fundamental que se debe considerar al planificar el mantenimiento es el tiempo que se invertirá en la solución de reparaciones imprevistas, para lo cual se acudirá a la información de carácter histórico, con el fin de conocer las averías imprevistas que se han producido en períodos anteriores.

2.2.12 *Cantidad de obreros necesarios.* Para determinar la cantidad de obreros de las diferentes especialidades tales como: mecánicos, electricistas, electrónicos,

ayudantes, etc; que son necesarios cada mes para ejecutar el trabajo, se utilizará la expresión siguiente:

Cantidad necesaria de personal.

$$N = \frac{Q}{FT}$$

Dónde:

N = Cantidad de obreros necesarios en determinada especialidad

Q = Carga de trabajo mensual en una actividad dada en horas

FT = Fondo de tiempo mensual de un obrero en horas

La carga del trabajo mensual en una actividad dada se determinará sumando la cantidad de horas de trabajo que se requieren para realizar las diferentes tareas de mantenimiento, que de acuerdo a la programación elaborada deben ejecutarse ese mes. El fondo de tiempo mensual de un obrero se calculará multiplicando las horas de trabajo diarias por la cantidad de días laborados en el mes (BARROSO pág. 45).

2.3 Procedimientos de mantenimiento

Un procedimiento de mantenimiento es una colección de tareas específicas que se llevarán a cabo por un técnico directamente sobre los recursos.

Dentro de las principales responsabilidades técnicas de la gestión de mantenimiento está la de lograr identificar acertadamente qué mantenimientos, con qué frecuencia, quién los debe realizar y cómo debe realizarlo para cada uno de los recursos.

El conjunto de tareas a realizar por un técnico en un momento específico se conocen como procedimientos de mantenimiento.

Es importante que a nivel técnico todo manejemos el mismo vocabulario, por lo que a continuación definiremos los diferentes tipos de procedimiento a practicar en los recursos de los Institutos.

2.3.1 Mantenimiento preventivo basado en tiempos fijos (MP-BTF). Este es el mantenimiento que se planifica basado en una frecuencia específica de tiempo.

Ejemplo: mantenimiento de engrasado de la inyectora cada 7 días, 30, 90, etc.

Figura 1. Inyectora de esponja # 2



Fuente: CEPOLFI

2.3.2 *Mantenimiento preventivo basado en cuentas fijas (MP-BCF).* Este mantenimiento que se planifica basado en una frecuencia de contadores o conteos.

Ejemplo: mantenimiento del compresor de aire cada 5000 horas de operación.

Figura 2. Compresor de tornillo FIAC V25



Fuente: CEPOLFI

2.3.3 Mantenimiento preventivo basado en cuentas fijas (MP-BCF)(mantenimiento predictivo). Este es el mantenimiento preventivo que se puede realizar durante la operación de la maquinaria, el cual consiste en identificar dentro de los equipos puntos de medición como voltaje, temperatura, presión, etc. Estos puntos deben de trabajar en condiciones normales de operación dentro de un margen de tolerancia determinado por su lectura mínima y su lectura máxima. El mantenimiento consiste en realizar lecturas en una frecuencia de tiempos específicos ya sea diariamente o semanalmente, y permitir detectar el momento en que las lecturas de estos puntos de operación se salen o llevan una tendencia a salirse de los márgenes normales de operación. Y de esta forma poder anticipar las fallas y lograr restablecer los recursos a sus condiciones normales de operación.

Ejemplo: la presión de las bombas de las inyectoras debe oscilar entre 160 PSI a 180 PSI. Se podría establecer una rutina de medición diaria de esta presión, cuando los usuarios reportan que dicha presión se ha salido de los márgenes de tolerancia es un indicativo que hay que tomar una medida correctiva en el equipo, como puede ser temperatura muy baja en los tanques de ISO y POLI, calibrar el cabezal, etc.

Figura 3. Bomba de alta presión



Fuente: CEPOLFI

2.3.4 MP–BINSP *Mantenimiento preventivo basado en inspecciones.* Este es un procedimiento de mantenimiento que contribuye a la prevención de problemas. Este procedimiento consiste en realizar rutinas de inspección subjetivas (sensoriales) de los recursos. Es decir, realizar recorridos dentro de las instalaciones semanalmente llevando una libreta en la mano y verificando por condiciones generales de los recursos como pueden ser la limpieza del equipo, el buen manejo por parte de los usuarios, sonido, la presentación, las condiciones eléctricas, el orden alrededor del equipo, la iluminación, etc. y poder reportar cualquier anomalía.

2.3.5 MP–HQD *Mantenimiento preventivo hasta que se deterioran.* En ciertos equipos y bajo ciertas circunstancias resulta más económico y práctico no brindar ningún mantenimiento preventivo a los equipos y deliberadamente dejar que éstos funcionen durante su vida útil hasta que abruptamente fallan y hasta ese momento reemplazar completamente la unidad o equipo.

Ejemplo: En esta clase de mantenimiento un ejemplo típico es el calentamiento de los moldes mediante focos. En donde resultaría ilógico decir que alguien va a cambiar los focos del sistema cada tres meses, sino que deliberadamente se debe esperar hasta que el bombillo se queme para reemplazarlo.

Figura 4. Sistema de calentamiento



Fuente: CEPOLFI

2.3.6 Mantenimiento correctivo planificado (MC-P). Es el que resulta de una solicitud de mantenimiento, para la cual la unidad de gestión de mantenimiento pueda anticipadamente identificar, planificar todo lo que sea necesario para regresar los equipos a sus condiciones normales de operación. Es decir, que idealmente aunque los trabajos sean correctivos debe existir una previa planificación sobre cómo debemos realizar los trabajos e idealmente consultar los manuales técnicos.

Ejemplo: Se puede observar que el cabezal está fallando y el POLI y el ISO no sale en cantidades proporcionales la tubería se encuentra tapada debido a la solidificación del material. Para la realización de dicha reparación se planifica qué materiales se utilizarán, qué herramientas, qué dispositivos de seguridad, quién podrá realizar el trabajo, y se programa para un día sábado en donde nadie se verá afectado por la parada de la inyectora para realizar la reparación.

Figura 5. Inyectora 60-40



Fuente: CEPOLFI

2.3.7 Mantenimiento correctivo no planificado (MC-NP). Este tipo de procedimiento debería ser la excepción en el lenguaje técnico se conocen como mantenimiento de emergencia. Este es el caso en donde el mecánico actúa directamente sobre el equipo dañado identificando la causa del problema y resolviéndolo en el momento basándose exclusivamente en su experiencia técnica y posteriormente reportándolo como una de

las fallas más críticas dentro del sistema de mantenimiento, cada vez que realizamos un trabajo correctivo no planificado es porque hemos fallado en nuestro plan de mantenimiento preventivo planificado.

2.3.8 Mantenimiento innovativo planificado (MI-P). Un análisis de fallas repetitivas en un mismo equipo propician una situación para planificar una reparación para que esta falla frecuente no vuelva a ocurrir jamás. El mantenimiento innovativo nos lleva a planificar y modificar los recursos de tal forma que la falla no vuelva a ocurrir.

Ejemplo: la cabina de pulido presenta problema en los filtros debido que el sistema no es eficiente para el trabajo que debe realizar. Se debe remplazar los filtros de lana de cerdo por un sistema eficiente para la succión del polvo, limpiar los filtros como recomienda el fabricante ya que en 2 días se vuelven a tapar con el polvo. El mantenimiento innovativo lleva a que rediseñen este sistema y la solución sería reemplazar los filtros por un sistema de filtros de detención de polvo de tal forma que dicha falla nunca vuelva a ocurrir.

Figura 6. Cabina de pulido



Fuente: CEPOLFI

2.3.9 MP-Anualizado (Conocido en nuestro medio como Overhaul). Este procedimiento es un mantenimiento mayor que se realiza aprovechando prolongados períodos de inactividad de la maquinaria. Estos procedimientos deben ser cuidadosamente planificados y realizados por personal especializado.

En el caso específico de CEPOLFI INDUSTRIAL C.A, estos mantenimientos tienen que realizarse al finalizar del año, es decir, cuando las maquinarias no están produciendo debido a festividades. Por lo general este tipo de mantenimiento incluye una inspección exhaustiva de todos los componentes de la maquinaria y el debido reemplazo de componentes defectuosos.

Figura 7. CEPOLFI INDUSTRIAL



Fuente: CEPOLFI

CAPÍTULO III

3. CONDICIONES INICIALES

3.1 Introducción

El presente capítulo fue elaborado conforme a principios y normas de organización, cuyo propósito es definir la estructura organizacional, espacio físico, proceso de producción y organización del departamento de mantenimiento de la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.

Este capítulo permite conocer la empresa y su posición con respecto a la excelencia gerencial y empresarial, paralelamente, facilita que su personal asuma el compromiso colectivo de desarrollar en ella una actividad en equipo en la que se conjuguen responsabilidades, capacidad y eficiencia para lograr reducir las fallas imprevistas de las maquinarias y así conseguir productos y servicios de calidad al menor costo y optimizar sus beneficios económicos y su prestigio en el mercado demandante.

Este documento está sujeto a cambios que surgen de las necesidades propias de toda Empresa, y de la revisión técnica permanente para mantener su utilidad.

3.2 Antecedentes históricos

CEPOLFI INDUSTRIAL C.A. fue creada en Noviembre de 1998 en la Ciudad de Ambato Provincia de Tungurahua, como resultado de los requerimientos y demandas de partes y piezas de polímeros y resina poliéster reforzado con fibra de vidrio para el grupo CEPEDA, líderes en el sector carroceros nacional, comenzando con un mercado que garantizaba el consumo de su producción, lo cual se constituyó en el pilar fundamental para su crecimiento y expansión en el mercado local y nacional.

Durante su trayectoria, ha implementado nuevos sistemas y maquinaria de última generación para la elaboración de fibra de vidrio y esponja, de acuerdo a estándares internacionales vigentes; llegando así a la zona centro del país y zona oriente, manteniendo de esta forma la fidelidad de los clientes y con ello conseguir la exclusividad de la marca en importantes cooperativas de transporte dentro del país.

3.3 Legislación o base legal

- **Razón social:** CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.
- **RUC:** 1890142474001
- **Nombre comercial:** CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.
- **Tipo de contribuyente:** Sociedad
- **Actividad económica principal:** Fabricación de artículos de fibra de vidrio
- **Fecha de inicio de actividades:** 11 – 11 – 1998
- **Reconocimiento legal:** Compañía Anónima
- **Ubicación de la empresa:** Provincia de Tungurahua, Ciudad de Ambato - Parroquia Santa Rosa, Barrió Chilcaloma, Calle: Bernardino Echeverría
- **Telfs:** (593-3) 2754231/ 2754627
- **E- mail:** CEPOLFIInd@hotmail.com
- Estatuto de la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.
- Permisos otorgados por la Ilustre Municipalidad de Ambato
- Cuerpo de Bomberos
- Permisos de patentes
- Para la contratación de los trabajadores la empresa basa sus principios en el Código del Trabajo de la República del Ecuador.

3.4 Misión

Abastecer al mercado local y nacional de productos en las líneas de polímeros y fibra de vidrio, manteniendo siempre nuestro principio de respeto al medio ambiente, satisfacción total a nuestros clientes internos y externos, entregando oportunamente productos con calidad enmarcados en una comercialización leal(www.cepolfi.com/).

3.5 Visión

Ser una empresa líder a nivel nacional, en la fabricación de productos de polímeros y fibra de vidrio, optimizando nuestros recursos para ofrecer productos de calidad para satisfacer a nuestros clientes.

3.6 Organigrama

Los organigramas son útiles instrumentos de organización, puesto que nos proporcionan una imagen formal de la organización, facilitando el conocimiento de la misma y constituyendo una fuente de consulta oficial; algunas de las principales razones por las que los organigramas se consideran de gran utilidad, son:

- a) Representan un elemento técnico valiosos para el análisis organizacional.
- b) La división de funciones.
- c) Los niveles jerárquicos.
- d) Las líneas de autoridad y responsabilidad.
- e) Los canales formales de la comunicación.
- f) La naturaleza lineal o asesoramiento del departamento.
- g) Los jefes de cada grupo de empleados, trabajadores, etc.

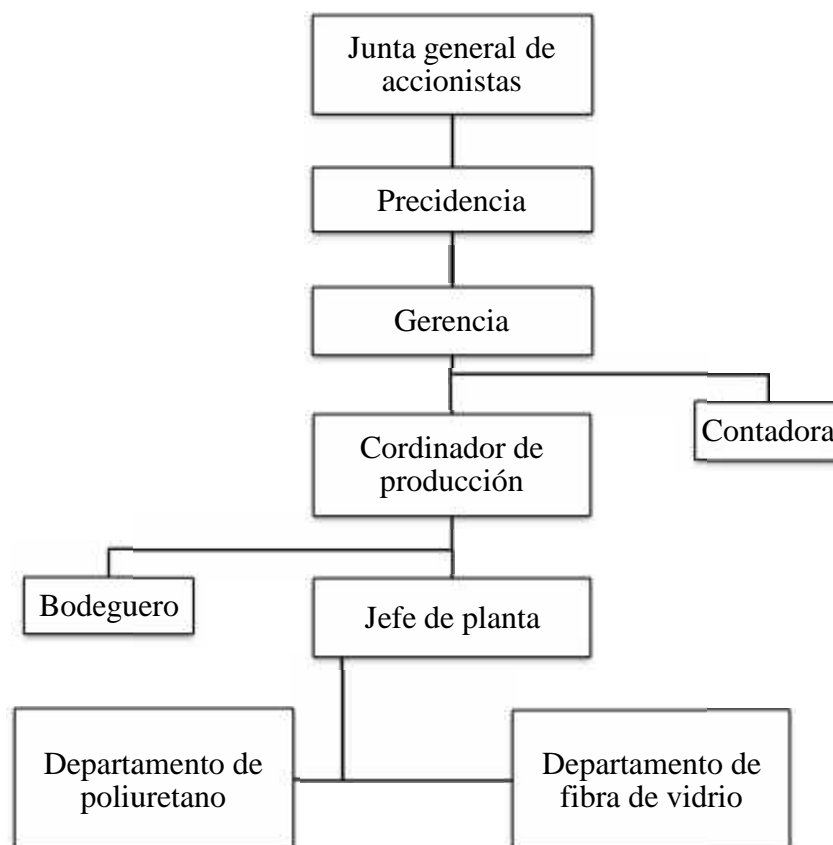
La estructura aplicada que da resultados deseados a la empresa es lineal, dado que por ser una estructura donde se respeta la autoridad, se consolida el compromiso y la responsabilidad de los puestos que tienen subalternos para la realización de sus funciones con la empresa (PRANDO, 1996 pág. 36).

El organigrama de la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A fue elaborado con la creación de la misma lo cual es un organigrama que no se encuentra actualizado, por lo cual el departamento de mantenimiento no se encuentra dentro del mismo pero si existe en la empresa, para determinar cómo estaba compuesto la organización de esta empresa, ver en la Figura 8.

Se elaboró el nuevo organigrama estructural actualizado con todos los puestos de trabajo y departamentos en el cual incluye el de mantenimiento (ver Anexo 1).

Figura 8. Organigrama estructural

CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.
ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL EXISTENTE



Fuente: CEPOLFI

3.7 Distribución de la empresa

La secuencia de todas las actividades necesarias para la transformación de las materias primas en un producto terminado, deben ser establecidos en forma clara, con el objeto de permitir a los trabajadores obtener el producto deseado con un uso eficiente de los recursos necesarios.

El espacio físico de la empresa se divide en siete áreas para la producción de fibra de vidrio, y un área para la producción de poliuretano (ver Figura 9).

Figura 9. Espacio físico



Fuente: CEPOLFI

3.8 Proceso productivo

El proceso productivo de cada línea de productos en fibra de vidrio es igual ya que se aplican los mismos materiales y procedimientos, con la diferencia en complejidad del molde de la pieza en fabricar, tiempo que requiere elaborar y cantidad de material aplicado a la pieza, CEPOLFI INDUSTRIAL no posee un proceso de elaboración digital por lo que se elaboró un proceso para cada área (ver Anexo 2, 3, 4).

Figura 10. Planta fibra de vidrio



Fuente: CEPOLFI

El proceso productivo para el área de poliuretano se utiliza los materiales de poliuretano e isocianato que mediante la maquinaria inyectora los mezcla a altas presiones e inyecta en los diferentes moldes.

Figura 11. Planta de poliuretano



Fuente: CEPOLFI

La producción se inicia con la elaboración del pedido del cliente o por decisión de la planta de producción. La producción de los artículos consiste en la elaboración de trabajos específicos y especiales, a pedido de clientes de productos con especificaciones particulares o para stock de bodega.

A continuación se muestra a través de un flujograma las actividades del proceso productivo.

3.9 Organización del departamento de mantenimiento

Son las personas las que representan el principal recurso de un sistema de mantenimiento. La organización se refiere a quien debe de asumir que responsabilidades y como integrarlas a las diarias actividades de trabajo.

“Para que el sistema de mantenimiento funcione, debe existir un apoyo incondicional de la máxima autoridad de la empresa”

En muchas organizaciones se considera al mantenimiento una de las funciones más importantes.

En el caso particular de la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A, La máxima autoridad le corresponde al gerente. El mantenimiento como se analizó en páginas anteriores brinda muchos beneficios como:

- Incrementar la disponibilidad de las maquinarias
- Reducir los costos de mantenimiento
- Incrementar la vida de los equipos
- Mejorar las utilidades financieras
- Utilizar equipos que funcionen excelentemente
- Mejorar el ambiente laboral
- Mejorar la imagen de la empresa
- Reducir tiempos muertos
- Estar listos para la llegada de nuevos y más sofisticados equipos

Bajo un claro entendimiento de los beneficios anteriores se puede apreciar al mantenimiento preventivo como una actividad fundamental en la empresa. El apoyo de las máximas autoridades ayuda grandemente a la continuidad de los proyectos de mantenimiento y a prever problemas futuros relacionados con el deterioro de los equipos.

“El éxito de una organización se fundamenta en gente
que proporcione buenas ideas, pero más importante
aún, gente que asuma la responsabilidad de
darles seguimiento”

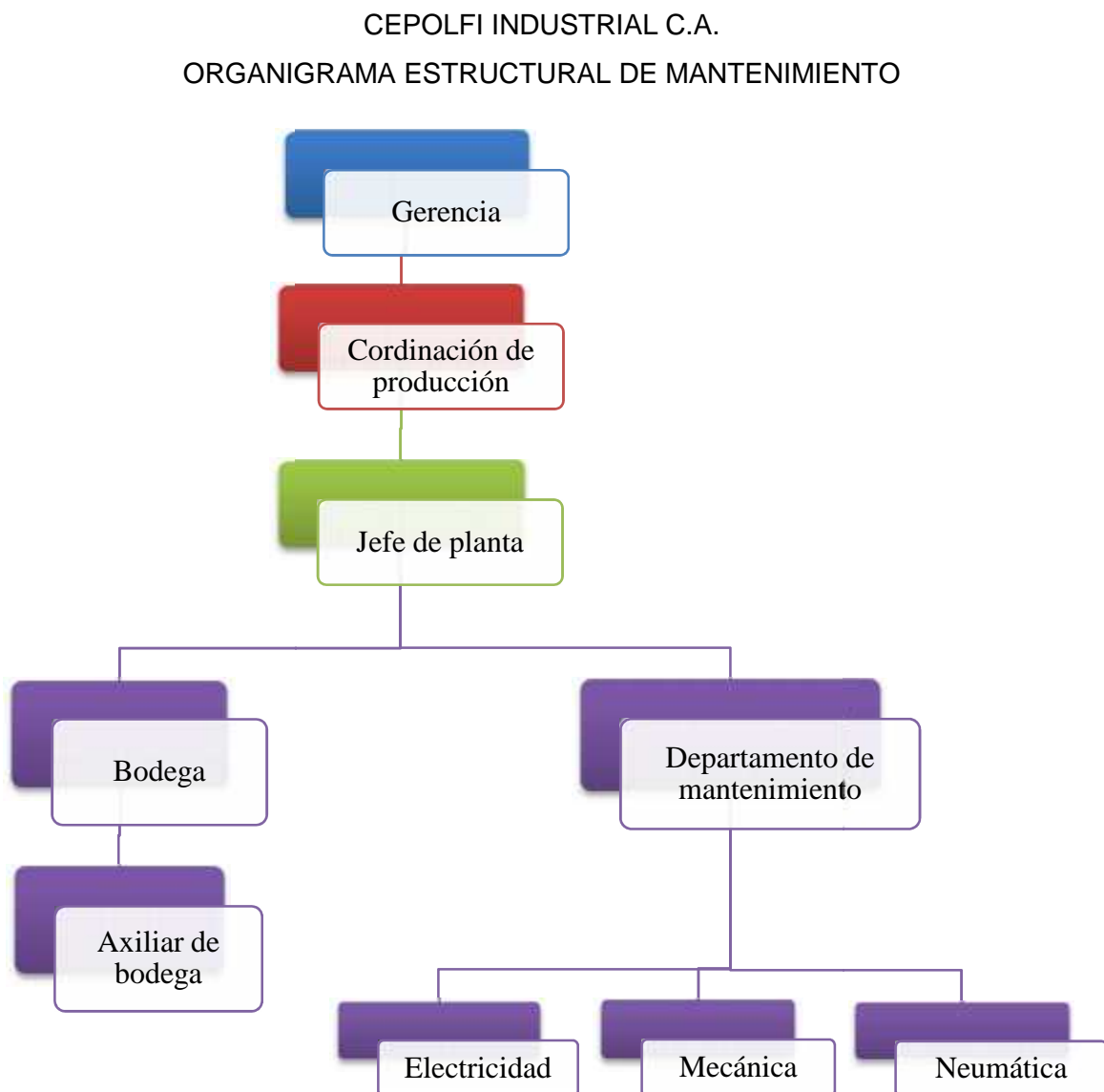
La empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A ha venido ejecutando su mantenimiento correctivo y preventivo de una forma desorganizada ya que la empresa carece de un organigrama estructural, plan de mantenimiento, definición de responsabilidades y un flujo grama del proceso, todas las tareas ejecutadas de mantenimiento se lo realizado en base a la experiencia del personal de mantenimiento, es por lo cual se ha visto la necesidad de levantar el plan de mantenimiento preventivo planificado.

Se inicia creando un organigrama que involucra al personal que tiene que ver con el sistema de mantenimiento preventivo planificado(ver Figura 11).

Este organigrama está relacionado con la implantación del sistema de mantenimiento.

Una característica es que prácticamente todos los integrantes de la empresa están involucrados con el mantenimiento. Desde el gerente hasta los operadores, este Organigrama representa los puestos de las personas en un sistema de mantenimiento y jamás debe de confundirse con un grado jerárquico dentro de la organización administrativa oficial de la institución(PRANDO, 1996 pág. 39).

Figura 12. Organigrama estructural de mantenimiento



Fuente: Autor

3.9.1 *Definición de responsabilidades*

GERENCIA

El gerente representa la máxima autoridad en la implantación y seguimiento de un sistema de mantenimiento.

Sus responsabilidades son:

- Apoyar totalmente la gestión de mantenimiento preventivo.
- Definir prioridades y calendarios para implantación del sistema de mantenimiento preventivo.
- Aprobar planes anuales de mantenimiento.
- Crear y Administrar una partida contable para mantenimiento preventivo.
- Tomar decisiones sobre cambios que existirán con la implantación de los sistemas de mantenimiento preventivo.
- Velar porque el mantenimiento genere un ahorro y no un gasto a la institución.
- Aprobar compras de insumos y repuestos.
- Asegurarse que las prácticas contractuales en la adquisición de recursos se cumplan.

COORDINADOR DE PRODUCCIÓN

El coordinador de producción debe de ser un líder en la implantación de sistemas que contribuyan al mejoramiento de la imagen del instituto y ser un luchador por mantener en buen estado de funcionamiento los equipos e infraestructura.

Sus responsabilidades son:

- Mantener informado al gerente sobre los avances en mantenimiento.
- Apoyar al departamento de mantenimiento y encargados de área en las gestiones de mantenimiento.
- Convocar a reuniones de análisis mensuales de mantenimiento preventivo.
- Asegurarse que las prácticas contractuales de compras de recursos se cumplan.
- Estar informado sobre los resultados del sistema de mantenimiento preventivo.
- Conocer todas las funciones del sistema de mantenimiento preventivo programado.
- Autorizar solicitudes de compras y órdenes de compras.

JEFE DE PLANTA

El jefe de planta es el que se encarga de que la producción y las maquinas no tenga paradas imprevistas y tener un producto de calidad.

Sus responsabilidades son:

- Crear los calendarios auxiliares semanales de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.
- Asignar los números a las órdenes de trabajo.
- Crear las órdenes de trabajo.
- Preparar el listado de requerimiento de materiales.
- Planificar las fechas de los mantenimientos.
- Asignar responsables de la ejecución de los mantenimientos.
- Solicitar los repuestos de las bodegas los días en que se solicitan.
- Cerrar las órdenes de trabajo en la hoja de vida de los recursos y archivar los formularios.
- Apoyar a las actividades de mantenimiento.

BODEGUERO

El bodeguero o el proveedor, es la persona que velará por la existencia de repuestos e insumos:

Sus responsabilidades son:

- Mantener la custodia de los repuestos e insumos.
- Realizar inventarios físicos con una frecuencia determinada.
- Codificar los repuestos que entran a la bodega.
- Crear y actualizar los kardex de repuestos.
- Revisar los formularios de requerimientos de materiales.
- Revisar los kardex por puntos de reorden.
- Elaborar solicitudes y órdenes de compras.
- Solicitar cotizaciones a proveedores.
- Revisar y dar ingreso a las compras.
- Mantener las bodegas ordenadas y limpias.
- Actualizar las hojas kardex cada vez que hay una transacción de inventario.
- Custodiar algunos equipos que necesiten ser almacenados en bodegas.
- Hacer reclamos a proveedores que han servido un producto de mala calidad.

ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Esta persona juega un papel primordial por el hecho de permanecer la mayor parte del tiempo con los equipos y sus usuarios.

Sus responsabilidades son:

- Codificar equipos e infraestructura.
- Hacer inventarios de los equipos.
- Crear un plan de mantenimiento preventivo para cada equipo.
- Elaborar los procedimientos estándar de mantenimiento.
- Elaborar el calendario general de mantenimiento.
- Revisar los calendarios auxiliares de mantenimiento.
- Incentivar el orden y la limpieza de las áreas de trabajo.
- Crear solicitudes de compra.
- Velar por la buena operación de los equipos.
- Capacitar a técnicos y operadores de las máquinas.
- Preparar información para la reunión mensual de análisis del sistema de mantenimiento preventivo programado.
- Ejecutar las órdenes de trabajo de mantenimiento especializadas.
- Atender y documentar todos los trabajos de mantenimiento correctivo.
- Consultar y estudiar los manuales técnicos.
- Auto capacitarse constantemente.

TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO

Los técnicos son los que realizan el mantenimiento correctivo y preventivo a los equipos según el cronograma anual.

Sus responsabilidades son:

- Mantener buen orden y limpieza en las áreas de trabajo.
- Ejecutar mantenimientos preventivos básicos.
- Conocer los planes de mantenimiento preventivo.
- Apoyar la gestión de mantenimiento.
- Brindar los espacios de tiempo necesarios para que los mantenimientos se realicen sin obstáculos.
- Realizar mantenimiento correctivo a las maquinarias averiadas imprevistamente.

3.10 Proceso de utilización de rutinas de mantenimiento preventivo

La empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A realizaba sus mantenimientos siguiendo el siguiente orden.

- a) Buscar la hoja para ejecutar la rutina correspondiente.
- b) Preparar el material, las herramientas, el equipo y los repuestos necesarios para ejecutar la rutina.
- c) Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el equipo.
- d) Llenar el encabezado del formato.
- e) Hablar con el operador para detectar la falla en el funcionamiento del equipo.
- f) Ejecutar paso por paso la rutina indicada en el formato, señalando con un visto después de ejecutar cada paso.
- g) NOTA: si existe algo inusual o que merezca anotarse, registrarlo en el espacio para observaciones.
- h) Si el problema indicado por el operador no ha sido corregido, anotarlo en observaciones para que el gerente pueda programar una visita para brindar el mantenimiento correctivo por otra empresa.
- i) Regresar la hoja al departamento de mantenimiento para la firma de aceptación.

CAPÍTULO IV

4. PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

4.1 Inventario de los equipos

Realizar un inventario de los equipos de la planta es más complejo de lo se puede apreciar, un inventario tiene como objetivo el control, ubicación y uso de cada unidad de inventario de equipos.

Se estableció una lista de todos los equipos que cumplen una función dentro de la planta de producción de CEPOLFI INDUSTRIAL C.A en las diferentes áreas, para desarrollar un correcto plan de mantenimiento, las áreas son:

Área de poliuretano

Área de fibra de vidrio

Área de terminado

Área de laboratorio

Área de mantenimiento

Tabla 1. Lista de equipos del área de poliuretano

ÁREA	UNIDAD	EQUIPO
POLIURETANO	1	Inyectora # 1 KraussMaffie 40/40
	1	Inyectora # 2 KraussMaffie 40/16
	1	Inyectora # 3 Krauss Maffei Rim – Star 16
	1	Compresor MAM 200

Fuente: RegistroCEPOLFI

Tabla 2. Lista de equipos del área de fibra de vidrio

ÁREA	UNIDAD	EQUIPO
FIBRA DE VIDRIO	2	Jercotteadora
	1	Compresor de aire
	1	Sprayadora
	1	Mezcladora
	1	Moldeadora de tapas

Fuente: RegistroCEPOLFI

Tabla 3. Lista de equipos del área de terminado

ÁREA	UNIDAD	EQUIPO
TERMINADOS	1	Cabina de pulido
	1	Secado de esponja
	1	Mezcladora de esponja
	1	Cortadora horizontal

Fuente: RegistroCEPOLFI

Tabla 4. Lista de equipos del área de laboratorio

ÁREA	UNIDAD	EQUIPO
LABORATORIO	1	Comprobadora térmica
	1	Comprobadora de ciclos 1
	1	Comprobadora de resistencia
	1	Comprobadora de ciclos 2

Fuente: RegistroCEPOLFI

Tabla 5. Lista de equipos del área de mantenimiento

ÁREA	UNIDAD	EQUIPO
MANTENIMIENTO	1	Soldadora eléctrica
	1	Soldadora TIC
	1	Soldadora MIG - MAG
	1	Soldadora plasma
	1	Taladro de pedestal
	1	Esmeril

Fuente: RegistroCEPOLFI

4.2 Ubicación técnica

Todos los equipos tienen una sola ubicación dentro de la empresa, el espacio físico que ocupa el activo se lo conoce como ubicación técnica.

Los equipos pueden instalarse en ubicaciones técnicas por lo que una ubicación técnica podrá tener varios equipos pero nunca un equipo tendrá más de una ubicación técnica.

4.2.1 Indicadores de estructuración de equipos (codificación). La identificación para ubicaciones técnicas se crea mediante un indicador de estructura.

El indicador de estructura está formado por dos campos de entrada.

4.2.1.1 Máscara de tratamiento. Se utiliza para controlar que caracteres pueden utilizarse para la identificación (letras, números o ambos) y como se agrupan o dividen estos caracteres.

Ejemplo:

AA – NN – XXXX

A= Alfabético.

N= Numérico.

X= Alfanumérico.

4.2.1.2 Niveles jerárquicos. Se utiliza para definir en qué nivel termina, en qué carácter y cuantos niveles jerárquicos pueden contener la estructura de codificación de los equipos de la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.

La estructura de la empresa tiene dos niveles jerárquicos que son:

AA- AA

1º NIVEL	→	AA	EMPRESA
2º NIVEL	→	AA	ÁREA

Obteniendo la lista de los equipos es importante identificar cada uno de los equipos con un código único facilitando su localización permitiendo la elaboración de registros.

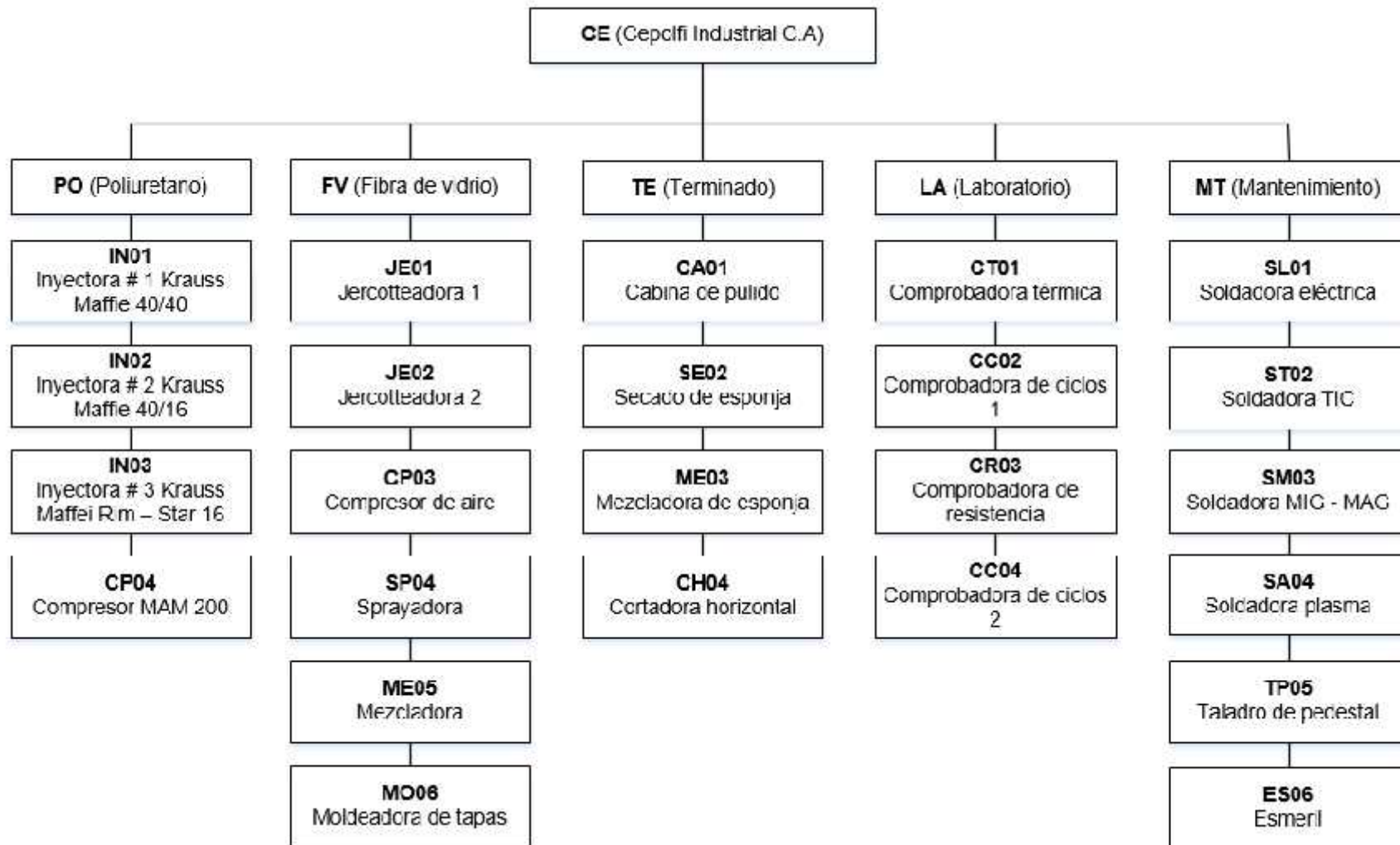
Para la codificación de los equipos se utilizara cuatro caracteres.

Los dos primeros correspondientes al nombre de los equipos seguidos de dos dígitos que indican el orden en que fueron adquiridos, en este caso serán numéricos.

4.3 Gestión de componentes

4.3.1 Componentes de los equipos. Realizar un listado de todos los componentes de cada equipo para así poder saber a qué elementos se debe realizar el mantenimiento preventivo luego de determinar la criticidad de los equipos y familiarizarnos con cada elemento que contiene el equipo y definir cuál es su función dentro de la maquinaria.

Figura 13. Diagrama de codificación



Fuente: CEPOLFI

Tabla 6. Componentes del equipo IN01

COMPONENTES DE IN01 (Inyectora # 1 KraussMaffie 40/40)			
Cabezal de mezcla	Bomba de succión de POLI y ISO	Tubería de aspiración	Bomba de dosificación
Grupo de depósitos	Manómetros	Filtros	Válvulas
Armario de mando eléctrico	Pistones del cabezal	Sistema de tubería de alta presión	Acoplamientos magnéticos
Bombas alimentadoras	Caudalómetro	Medidores de presión y temperatura	Reguladores de velocidad
Sistema hidráulico	Calefón	Tubería de agua fría y caliente	

Fuente: CatálogoKraussMaffie 40/40

Tabla 7. Componentes del equipo IN02

COMPONENTES DE IN02 (Inyectora # 2 KraussMaffie 40/16)			
Cabezal de mezcla	Bomba de succión de POLI y ISO	Tubería de aspiración	Bomba de dosificación
Grupo de depósitos	Manómetros	Filtros	Válvulas
Armario de mando eléctrico	Pistones del cabezal	Sistema de tubería de alta presión	Acoplamientos magnéticos
Bombas alimentadoras	Caudalómetro	Medidores de presión y temperatura	Reguladores de velocidad
Sistema hidráulico	Calefón	Tubería de agua fría y caliente	

Fuente: CatálogoKraussMaffie 40/16

Tabla 8. Componentes del equipo IN03

COMPONENTES DE IN02 (Inyectora # 2 KraussMaffie 40/16)			
Cabezal de mezcla	Bomba de succión de POLI y ISO	Tubería de aspiración	Bomba de dosificación
Grupo de depósitos	Manómetros	Filtros	Válvulas
Armario de mando eléctrico	Pistones del cabezal	Sistema de tubería de alta presión	Acoplamientos magnéticos
Bombas alimentadoras	Caudalómetro	Medidores de presión y temperatura	Reguladores de velocidad
Sistema hidráulico	Calefón	Tubería de agua fría y caliente	

Fuente: CatálogoKraussMaffeiRim - Star 16

Tabla 9. Componentes del equipo CP04

COMPONENTES DE CP04 (Compresor MAM 200)			
Ventilador	Cables eléctricos	Motor	Filtros de aire
Motor del ventilador	Bandas	Poleas	Control de mando
Depósito de aceite	Filtro de aceite	Tuberías	Sensores
Contactores	Pulsadores	Fusibles	

Fuente: CatálogoCompresor MAM 200

Tabla 10. Componentes del equipo JE01

COMPONENTES DE JE01 (Jercotteadora 1)			
Pistola de aspersión	Tuberías	Pistones	Filtros
Manómetros	Válvulas	Recipiente	Sistema neumático

Fuente: Catálogojercotteadora

Tabla 11. Componentes del equipo JE02

COMPONENTES DE JE02 (Jercotteadora 2)			
Pistola de aspersión	Tuberías	Pistones	Filtros
Manómetros	Válvulas	Recipiente	Sistema neumático

Fuente: Catálogojercotteadora

Tabla 12. Componentes del equipo CP03

COMPONENTES DE CP03 (Compresor de aire)			
Ventilador	Cables eléctricos	Motor	Filtros de aire
Tuberías	Bandas	Poleas	Control de mando

Fuente: Catálogo compresor

Tabla 13 Componentes del equipo SP04

COMPONENTES DE SP04 (sprayadora)			
Mangueras	Compresor	Pistola de sprayar	Manómetros
Válvulas	Filtros	Grupo de depósitos	Calentadores de material

Fuente: Catálogosprayadora

Tabla 14. Componentes del equipo ME05

COMPONENTES DE ME05 (Mezcladora)			
Motor	Poleas	Bandas	Cables eléctricos
Pulsadores	Caja eléctrica	Mezcladores	

Fuente: Catálogo mezcladora

Tabla 15. Componentes del equipo MO06

COMPONENTES DE MO06 (Moldeadora de tapas)			
Motor de vacío	Válvulas	Pistones	Sensores de temperatura
Cables eléctricos	Resistencias eléctricas		

Fuente: Catálogo moldeadora

Tabla 16. Componentes del equipo CA01

COMPONENTES DE CA01 (Cabina de pulido)			
Motor	Ventilador	Bandas	Filtro
Iluminación	Poleas	Pre-filtro	Tablero eléctrico de comando

Fuente: Catálogo cabina de pulido

Tabla 17. Componentes del equipo SE02

COMPONENTES DE SE02 (Secado de esponja)			
Recipiente de metal	Guías	Tablero eléctrico de comando	Brazo neumático
tuberías	Calentador		

Fuente: Catálogo secadora de esponja

Tabla18. Componentes del equipo ME03

COMPONENTES DE ME03 (Mezcladora de poliuretano)			
Motor	Poleas	Brazo neumático	Tablero eléctrico de comando
Recipiente de metal	Tuberías	Pedestal	Bandas

Fuente: Catálogo mezcladora de poliuretano

Tabla 19. Componentes del equipo CH04

COMPONENTES DE CH04 (Cortadora horizontal)			
Motores	Sierra	Chumacera	Rueda dentada
Cadenas	Poleas	Bandas	

Fuente: Catálogo cortadora horizontal

Tabla 20. Componentes del equipo SL01

COMPONENTES DE SL01 (Soldadora eléctrica)			
Cable de tierra o neutro	Cable porta electrodo	Porta electrodo	Cable para conectar a la toma de corriente
Botoneras de mando	Bornes de conexión de cables de tierra y cable porta electrodo	Fuente de poder	

Fuente: Catálogo soldadora eléctrica

Tabla 21. Componentes del equipo ST02

COMPONENTES DE ST02 (Soldadora TIC)			
Antorcha o pistola de soldadura	Caudalómetro	Regulador de presión	Cilindro de gas protector
Manguera de suministro de gas	Fuente de energía	Cable de potencia	Cable de retorno
Pinza de masa	Alimentador del alambre consumible		

Fuente: Catálogo soldadora TIC

Tabla 22. Componentes del equipo SM03

COMPONENTES DE SM03 (Soldadora MIG - MAG)			
Caudalómetro	Pistola de soldadura	Regulador de presión	Cilindro de gas protector
Manguera de suministro de gas	Fuente de energía	Cable de potencia	Cable de retorno
Pinza de masa	Alimentador del alambre consumible		

Fuente: Catálogo soldadora MIG-MAG

Tabla 23. Componentes del equipo SA04

COMPONENTES DE SA04 (Soldadora plasma)			
Cable de tierra o neutro	Cable porta antorcha	Antorcha	Cable para conectar a la toma de corriente
Botoneras de mando	Fuente de poder		

Fuente: Catálogo soldadora plasma

Tabla 24. Componentes del equipo TP05

COMPONENTES DE TP05 (Taladro de pedestal)			
Poleas	Bandas	Motor	Cuerpo del taladro
Columna	Mandril porta brocas	Mesa	Botoneras de mando

Fuente: Catálogo taladro de pedestal

Tabla 25. Componentes del equipo ES06

COMPONENTES DE ES06 (Esmeril)			
Motor	Piedra de esmerilar	Botoneras de mando	

Fuente: Catálogo esmeril

Tabla 26. Componentes del equipo CT01

COMPONENTES DE CT01 (Comprobadora térmica)			
Manómetros	Tubería	Sistema eléctrico	Pulsadores
Brazo neumático	Horómetro		

Fuente: Catálogo comprobadora térmica

Tabla 27. Componentes del equipo CC02

COMPONENTES DE CC02 (Comprobadora de ciclos)			
Pistones neumáticos	Mangueras	Contador de ciclos	

Fuente: Catálogo comprobador de ciclos

Tabla 28. Componentes del equipo CR03

COMPONENTES DE CR03 (Comprobadora de resistencia)			
Motor	Poleas	Ejes	Rodamientos
Pulsadores	Contactores		

Fuente: Catálogo comprobadora de resistencia

Tabla 29. Componentes del equipo CC04

COMPONENTES DE CC04 (Comprobadora de ciclos)			
Pistones neumáticos	Mangueras	Contador de ciclos	

Fuente: Catálogo componentes del equipo

4.4 Gestionar estrategias de mantenimiento

Para alcanzar las metas y objetivos del mantenimiento de los equipos de CEPOLFI INDUSTRIAL C.A se desarrollará algunas metodologías y herramientas de gestión para alcanzar el mejoramiento continuo de la empresa.

En la (Figura 14) se establece las herramientas de gestión a seguir para la implementación del plan de mantenimiento planificado.

Figura 14. Herramientas de gestión



Fuente: Gestión de mantenimiento

4.4.1 *Análisis de restricciones.* La Teoría de las restricciones fue descrita por primera vez por Eli Goldratt al principio de los 80 y desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. Es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar.

Está basada en el simple hecho de que los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador es el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo.

La teoría enfatiza la dilucidación, los hallazgos y apoyos del principal factor limitante. En la descripción de esta teoría estos factores limitantes se denominan restricciones o (cuellos de botella).

A partir de esta teórica solución: CEPOLFI INDUSTRIAL C.A consta con activos que cumple con sus funciones para las cuales fueron adquiridos por la empresa, la restricción que tiene la empresa es que depende de la temperatura ambiente para que sus piezas que se elaboran mediante poliuretano, isocianato y fibra de vidrio puedan secarse en su molde y continuar con su producción.

4.4.2 *Análisis de criticidad.* El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual de la empresa.

El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componente, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento. Lamentablemente, difícilmente se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de una empresa.

¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro?
¿Qué criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio?. El análisis de criticidades da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total de los equipos analizado.

4.4.2.1 Matriz y flujograma de criticidad. La matriz de criticidad envuelve aspectos gerenciales y criterios de decisión que tratan de abordar los aspectos de impacto global con miras a descubrir los ítems donde deberíamos atacar las consecuencias de las fallas, alineándonos de esta manera con los paradigmas modernos del mantenimiento. Típicamente contiene elementos englobando:

- Estrategia del negocio.
- Misión de la planta.
- Costo del mantenimiento.
- Frecuencias de falla.
- Pérdidas de producción.
- Riesgos involucrados (humano, seguridad, etc.).

El análisis se efectúa a través de una matriz “ver tabla 30” que contiene siete áreas de impacto con los criterios respectivos que ubica a cada ítem en una de tres posibilidades:

- a. Riesgo alto
- b. Riesgo medio
- c. Riesgo bajo

Las áreas de impacto, son las siguientes:

- S&S Seguridad y Salud
- MA Medio Ambiente
- C&P Calidad y Productividad
- P Producción
- TO Tiempos Operacionales
- TBF Intervalos Entre Actividades
- MT Tiempos y Costos de Mantenimiento

Tabla 30. Matriz de criticidad

MATRIZ DE CRITICIDAD			
Causas de paradas no planeadas			
Área de Impacto	A Riesgo Alto	B Riesgo Medio	C Riesgo Bajo
Seguridad y Salud (S&S)	Alto riesgo de vida del personal	Riesgo de vida significativa del personal	No existe riesgo ni de salud ni de daños al personal
	Daños graves en la salud del personal	Daños menores en la salud del personal	
Medio Ambiente (MA)	Alto excedente de los límites permitidos de derrames y fugas	Excedente de los límites permitidos y repetitivos de derrames y fugas	Emisiones normales de la planta dentro de los límites permitidos
Calidad y Productividad (C&P)	Defectos de producción	Variaciones en las especificaciones de calidad y producción	Sin efectos
	Reducción de velocidad		
	Reducción de producción		
Producción (P)	Parada de todo el proceso	Parada de una parte del proceso	Sin efectos
Operación de equipos			
Área de Impacto	A Riesgo Alto	B Riesgo Medio	C Riesgo Bajo
Tiempos de operación (TO)	24 horas diarias	2 turnos u horas normales de trabajo	Ocasionalmente o no es un equipo de producción
Intervalos entre actividades (TBF)	Menos de 6 meses	En promedio una vez al año	Raramente
Tiempos y Costos de Mantenimiento (MT)	Tiempo y/o costos de reparación altos	Tiempo y/o costos de reparación razonables	Tiempo y/o costos de reparación irrelevantes

Fuente: Gestión de mantenimiento

Con lo expuesto se procede a ver la criticidad de los equipo de la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A con las 7 áreas de impacto.

Tabla 31. Seguridad y Salud (S&S)

SEGURIDAD Y SALUD (S&S)			
COD	EQUIPO	CRITERIO	RIESGO
IN01	Injectora # 1 KraussMaffie 40/40	El contacto del material puede causar cáncer a la piel	B
IN02	Injectora # 2 KraussMaffie 40/16	El contacto del material con los ojos puede causar ceguera	B
IN3	Injectora # 3 Krauss Maffei Rim – Star 16	El contacto del material con la piel causa quemaduras	B
CP04	Compresor MAM 200	No existe riesgo	C
JE01	Jercotteadora 1	El material puede dañar las fosas nasales	B
JE02	Jercotteadora 2	El material puede dañar las fosas nasales	B
CP03	Compresor de aire	No existe riesgo	C
SP04	Sprayadora	El material puede dañar las fosas nasales y causa ceguera	B
ME05	Mezcladora	El contacto del material puede causar cáncer a la piel	B
MO06	Moldeadora de tapas	No existe riesgo	C
CA01	Cabina de pulido	No existe riesgo	C
SE02	Secado de esponja	No existe riesgo	C
ME03	Mezcladora de esponja	El contacto del material puede causar cáncer a la piel y quemaduras	B
CH04	Cortadora horizontal	No existe riesgo	C
CT01	Comprobadora térmica	No existe riesgo	C
CC02	Comprobadora de ciclos 1	No existe riesgo	C
CR03	Comprobadora de resistencia	No existe riesgo	C
CC04	Comprobadora de ciclos 2	No existe riesgo	C
SL01	Soldadora eléctrica	No existe riesgo	C
ST02	Soldadora TIC	No existe riesgo	C
SM03	Soldadora MIG - MAG	No existe riesgo	C
SA04	Soldadora plasma	No existe riesgo	C
TP05	Taladro de pedestal	No existe riesgo	C
ES06	Esmeril	No existe riesgo	C

Fuente: CEPOLFI

Tabla 32. Medio Ambiente (MA)

MEDIO AMBIENTE (MA)			
COD	EQUIPO	CRITERIO	RIESGO
IN01	Injectora # 1 KraussMaffie 40/40	No existe riesgo	C
IN02	Injectora # 2 KraussMaffie 40/16	No existe riesgo	C
IN3	Injectora # 3 Krauss Maffei Rim – Star 16	No existe riesgo	C
CP04	Compresor MAM 200	No existe riesgo	C
JE01	Jercotteadora 1	No existe riesgo	C
JE02	Jercotteadora 2	No existe riesgo	C
CP03	Compresor de aire	No existe riesgo	C
SP04	Sprayadora	No existe riesgo	C
ME05	Mezcladora	No existe riesgo	C
MO06	Moldeadora de tapas	No existe riesgo	C
CA01	Cabina de pulido	No existe riesgo	C
SE02	Secado de esponja	No existe riesgo	C
ME03	Mezcladora de esponja	No existe riesgo	C
CH04	Cortadora horizontal	No existe riesgo	C
CT01	Comprobadora térmica	No existe riesgo	C
CC02	Comprobadora de ciclos 1	No existe riesgo	C
CR03	Comprobadora de resistencia	No existe riesgo	C
CC04	Comprobadora de ciclos 2	No existe riesgo	C
SL01	Soldadora eléctrica	No existe riesgo	C
ST02	Soldadora TIC	No existe riesgo	C
SM03	Soldadora MIG - MAG	No existe riesgo	C
SA04	Soldadora plasma	No existe riesgo	C
TP05	Taladro de pedestal	No existe riesgo	C
ES06	Esmeril	No existe riesgo	C

Fuente: CEPOLFI

Tabla 33. Calidad y Productividad (C&P)

CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD (C&P)			
COD	EQUIPO	CRITERIO	RIESGO
IN01	Injectora # 1 KraussMaffie 40/40	La mala calibración produce un producto con menor peso	B
IN02	Injectora # 2 KraussMaffie 40/16	Mala mezcla de ISO y POLI produce que un mal secado del producto	B
IN3	Injectora # 3 Krauss Maffei Rim – Star 16	El materia bajo de temperatura produce coderas muy rugosas	B
CP04	Compresor MAM 200	Falla para la producción de fibra	B
JE01	Jercotteadora 1	La mala mezcla produce piezas de fibra de vidrio corrugadas	B
JE02	Jercotteadora 2	Tubería obstruida, piezas con terminados muy rugosas	B
CP03	Compresor de aire	Sin efectos	C
SP04	Sprayadora	La mala calibración produce espesor diferente en las esponja	B
ME05	Mezcladora	La mala mezcla produce esponjas húmedas	B
MO06	Moldeadora de tapas	La temperatura baja produce piezas con poca dureza	B
CA01	Cabina de pulido	Sin efectos	C
SE02	Secado de esponja	Sin efectos	C
ME03	Mezcladora de esponja	El exceso de POLI produce menor compacto en las esponjas	B
CH04	Cortadora horizontal	Los dientes de la sierra rotos producen un corte desigual	B
CT01	Comprobadora térmica	Sin efectos	C
CC02	Comprobadora de ciclos 1	Sin efectos	C
CR03	Comprobadora de resistencia	Sin efectos	C
CC04	Comprobadora de ciclos 2	Sin efectos	C
SL01	Soldadora eléctrica	Sin efectos	C
ST02	Soldadora TIC	Sin efectos	C
SM03	Soldadora MIG - MAG	Sin efectos	C
SA04	Soldadora plasma	Sin efectos	C
TP05	Taladro de pedestal	Sin efectos	C
ES06	Esmeril	Sin efectos	C

Fuente: CEPOLFI

Tabla 34. Producción (P)

PRODUCCIÓN (P)			
COD	EQUIPO	CRITERIO	RIESGO
IN01	Inyectora # 1 KraussMaffie 40/40	Se reduce la producción en un 30 %	B
IN02	Inyectora # 2 KraussMaffie 40/16	Se reduce la producción en un 50 %	B
IN3	Inyectora # 3 Krauss Maffei Rim – Star 16	Parada total del proceso de coderas	A
CP04	Compresor MAM 200	Parada total de la producción de poliuretano	A
JE01	Jercotteadora 1	Parada de piezas aun no preparadas	B
JE02	Jercotteadora 2	Parada de piezas aun no preparadas	B
CP03	Compresor de aire	Para de la máquina JE01 y JE02	B
SP04	Sprayadora	Sin efectos	C
ME05	Mezcladora	Se reduce la producción en 50%	B
MO06	Moldeadora de tapas	Se paraliza la producción de tapas	B
CA01	Cabina de pulido	Sin efectos	C
SE02	Secado de esponja	Se reduce la producción en 50%	B
ME03	Mezcladora de esponja	Se reduce la producción en 50%	B
CH04	Cortadora horizontal	Sin efectos	C
CT01	Comprobadora térmica	Sin efectos	C
CC02	Comprobadora de ciclos 1	Sin efectos	C
CR03	Comprobadora de resistencia	Sin efectos	C
CC04	Comprobadora de ciclos 2	Sin efectos	C
SL01	Soldadora eléctrica	Sin efectos	C
ST02	Soldadora TIC	Sin efectos	C
SM03	Soldadora MIG - MAG	Se reduce la producción en 40%	B
SA04	Soldadora plasma	Sin efectos	C
TP05	Taladro de pedestal	Se reduce la producción en 40%	B
ES06	Esmeril	Sin efectos	C

Fuente: CEPOLFI

Tabla 35. Tiempos de Operación (TO)

TIEMPOS DE OPERACIÓN (TO)			
COD	EQUIPO	CRITERIO	RIESGO
IN01	Injectora # 1 KraussMaffie 40/40	8 Horas normales de trabajo	B
IN02	Injectora # 2 KraussMaffie 40/16	8 Horas normales de trabajo	B
IN3	Injectora # 3 Krauss Maffei Rim – Star 16	8 Horas normales de trabajo	B
CP04	Compresor MAM 200	8 Horas normales de trabajo	B
JE01	Jercotteadora 1	Ocasionalmente	C
JE02	Jercotteadora 2	Ocasionalmente	C
CP03	Compresor de aire	8 Horas normales de trabajo	B
SP04	Sprayadora	Ocasionalmente	C
ME05	Mezcladora	Ocasionalmente	C
MO06	Moldeadora de tapas	8 Horas normales de trabajo	B
CA01	Cabina de pulido	8 Horas normales de trabajo	B
SE02	Secado de esponja	Ocasionalmente	C
ME03	Mezcladora de esponja	Ocasionalmente	C
CH04	Cortadora horizontal	Ocasionalmente	C
CT01	Comprobadora térmica	Ocasionalmente	C
CC02	Comprobadora de ciclos 1	Ocasionalmente	C
CR03	Comprobadora de resistencia	Ocasionalmente	C
CC04	Comprobadora de ciclos 2	Ocasionalmente	C
SL01	Soldadora eléctrica	Ocasionalmente	C
ST02	Soldadora TIC	Ocasionalmente	C
SM03	Soldadora MIG - MAG	Ocasionalmente	C
SA04	Soldadora plasma	Ocasionalmente	C
TP05	Taladro de pedestal	Ocasionalmente	C
ES06	Esmeril	Ocasionalmente	C

Fuente:CEPOLFI

Tabla 36. Intervalos Entre Actividades (TBF)

INTERVALOS ENTRE ACTIVIDADES (TBF)			
COD	EQUIPO	CRITERIO	RIESGO
IN01	Inyectora # 1 KraussMaffie 40/40	Menos de 6 meses	A
IN02	Inyectora # 2 KraussMaffie 40/16	Menos de 6 meses	A
IN3	Inyectora # 3 Krauss Maffei Rim – Star 16	Menos de 6 meses	A
CP04	Compresor MAM 200	Raramente	C
JE01	Jercotteadora 1	En promedio una vez al año	B
JE02	Jercotteadora 2	En promedio una vez al año	B
CP03	Compresor de aire	En promedio una vez al año	B
SP04	Sprayadora	Menos de 6 meses	A
ME05	Mezcladora	Raramente	C
MO06	Moldeadora de tapas	Raramente	C
CA01	Cabina de pulido	Raramente	C
SE02	Secado de esponja	Raramente	C
ME03	Mezcladora de esponja	En promedio una vez al año	B
CH04	Cortadora horizontal	Menos de 6 meses	A
CT01	Comprobadora térmica	Raramente	C
CC02	Comprobadora de ciclos 1	En promedio una vez al año	B
CR03	Comprobadora de resistencia	En promedio una vez al año	B
CC04	Comprobadora de ciclos 2	En promedio una vez al año	B
SL01	Soldadora eléctrica	En promedio una vez al año	B
ST02	Soldadora TIC	Raramente	C
SM03	Soldadora MIG - MAG	Raramente	C
SA04	Soldadora plasma	En promedio una vez al año	B
TP05	Taladro de pedestal	En promedio una vez al año	B
ES06	Esmeril	En promedio una vez al año	B

Fuente: CEPOLFI

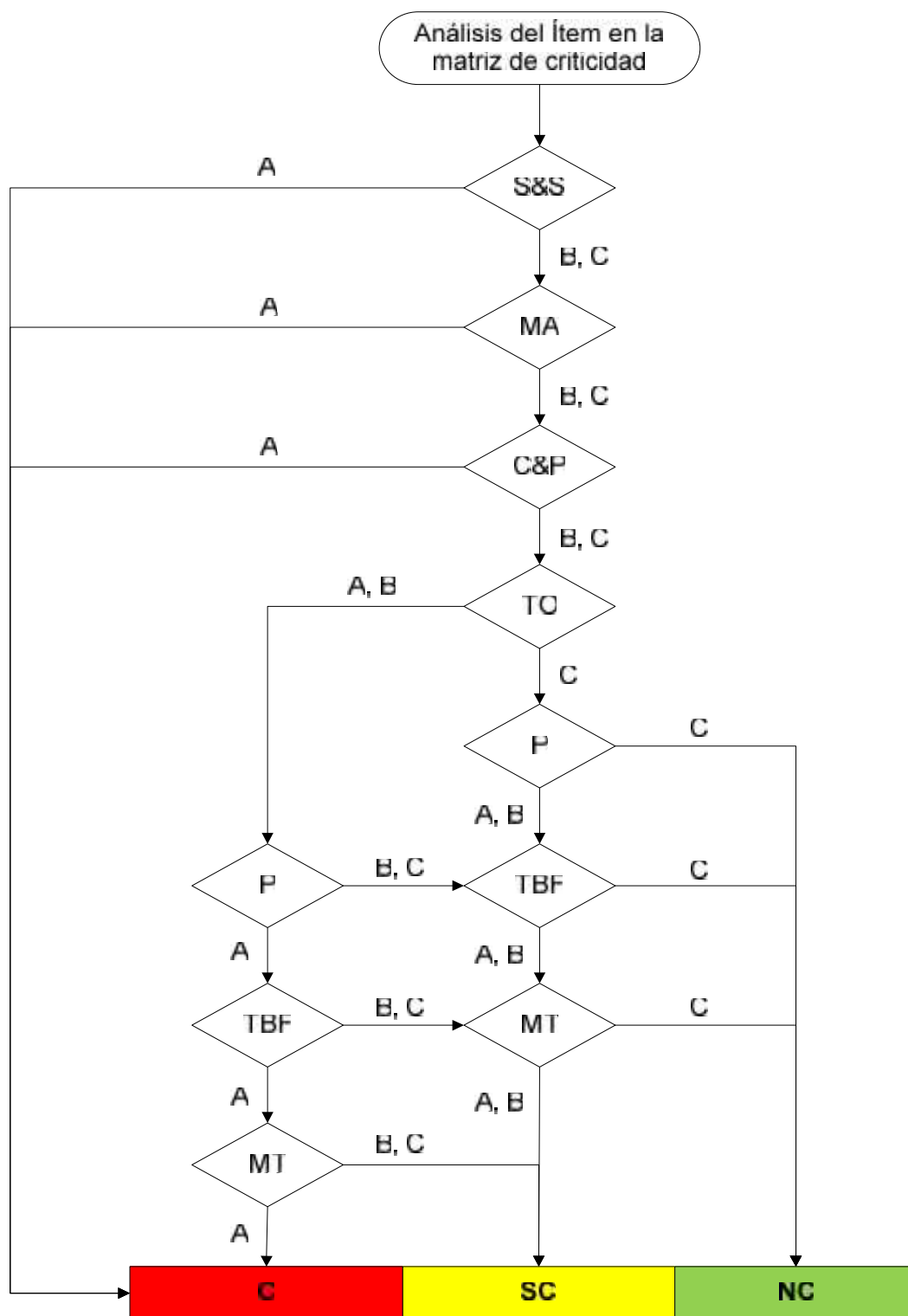
Tabla 37. Tiempos y Costos de Mantenimiento (MT)

TIEMPOS Y COSTOS DE MANTENIMIENTO (MT)			
COD	EQUIPO	CRITERIO	RIESGO
IN01	Inyectora # 1 KraussMaffie 40/40	Tiempo y costo alto	A
IN02	Inyectora # 2 KraussMaffie 40/16	Tiempo y costo alto	A
IN3	Inyectora # 3 Krauss Maffei Rim – Star 16	Tiempo y costo alto	A
CP04	Compresor MAM 200	Tiempo y costo alto	A
JE01	Jercotteadora 1	Tiempo y costos de razonables	B
JE02	Jercotteadora 2	Tiempo y costos de razonables	B
CP03	Compresor de aire	Tiempo y costos bajo	C
SP04	Sprayadora	Tiempo y costos bajo	C
ME05	Mezcladora	Tiempo y costos bajo	C
MO06	Moldeadora de tapas	Tiempo y costos bajo	C
CA01	Cabina de pulido	Tiempo y costos de razonables	B
SE02	Secado de esponja	Tiempo y costos de razonables	B
ME03	Mezcladora de esponja	Tiempo y costos de razonables	B
CH04	Cortadora horizontal	Tiempo y costos bajo	C
CT01	Comprobadora térmica	Tiempo y costos de razonables	B
CC02	Comprobadora de ciclos 1	Tiempo y costos bajo	C
CR03	Comprobadora de resistencia	Tiempo y costos bajo	C
CC04	Comprobadora de ciclos 2	Tiempo y costos bajo	C
SL01	Soldadora eléctrica	Tiempo y costos de razonables	B
ST02	Soldadora TIC	Tiempo y costos de razonables	B
SM03	Soldadora MIG - MAG	Tiempo y costos de razonables	B
SA04	Soldadora plasma	Tiempo y costos de razonables	B
TP05	Taladro de pedestal	Tiempo y costos bajo	C
ES06	Esmeril	Tiempo y costos bajo	C

Fuente: CEPOLFI

Según el riesgo de cada área de impacto determinamos en el flujograma la criticidad del equipo (ver Tabla 38).

Figura 15. Flujograma de criticidad



Fuente: Gestión de mantenimiento

Tabla 38. Cuadro de resultados

COD	EQUIPO	S&S	MA	C&P	TO	P	TBF	MT	Criticidad
IN01	Inyectora # 1 KraussMaffie 40/40	B	C	B	B	B	A	A	SC
IN02	Inyectora # 2 KraussMaffie 40/16	B	C	B	B	B	A	A	SC
IN3	Inyectora # 3 Krauss Maffei Rim – Star 16	B	C	B	B	A	A	A	C
CP04	Compresor MAM 200	C	C	B	B	A	C	A	SC
JE01	Jercotteadora 1	B	C	B	C	B	B	B	SC
JE02	Jercotteadora 2	B	C	B	C	B	B	B	SC
CP03	Compresor de aire	C	C	C	B	B	B	C	NC
SP04	Sprayadora	B	C	B	C	C	A	C	NC
ME05	Mezcladora	B	C	B	C	B	C	C	NC
MO06	Moldeadora de tapas	C	C	B	B	B	C	C	NC
CA01	Cabina de pulido	C	C	C	B	C	C	B	NC
SE02	Secado de esponja	C	C	C	C	B	C	B	SC
ME03	Mezcladora de esponja	B	C	B	C	B	B	B	SC
CH04	Cortadora horizontal	C	C	B	C	C	A	C	NC
CT01	Comprobadora térmica	C	C	C	C	C	C	B	NC

Fuente: Autor

Tabla 38. (Continuación)

CC02	Comprobadora de ciclos 1	C	C	C	C	C	B	C	NC
CR03	Comprobadora de resistencia	C	C	C	C	C	B	C	NC
CC04	Comprobadora de ciclos 2	C	C	C	C	C	B	C	NC
SL01	Soldadora eléctrica	C	C	C	C	C	B	B	NC
ST02	Soldadora TIC	C	C	C	C	C	C	B	NC
SM03	Soldadora MIG - MAG	C	C	C	C	B	C	B	NC
SA04	Soldadora plasma	C	C	C	C	C	B	B	NC
TP05	Taladro de pedestal	C	C	C	C	B	B	C	NC
ES06	Esmeril	C	C	C	C	C	B	C	NC

Fuente: Autor

4.4.3 AMEF. Es la principal herramienta del mantenimiento centrado en la confiabilidad cuyas siglas significan (*Análisis del Modo y Efecto de Falla*). Consta de las siguientes partes:

- Análisis funcional
- Fallas funcionales
- Modos de falla
- Efectos de las fallas
- Modos de falla ocultos
- Consecuencia de las fallas
- Tareas de mantenimiento

4.4.3.1 Análisis funcional. En esta parte se debe comprender que el objetivo básico del mantenimiento es preservar los activos en un estado que estos puedan cumplir con sus funciones básicas. Esto significa que los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo podrán ser determinados si sus funciones están claramente definidas y comprendidas.

Se define como función, al propósito o la misión de un activo en un contexto operacional específico.

Para decidir cuándo un activo no está trabajando satisfactoriamente, es necesario definir qué es lo que el activo debe hacer para trabajar apropiadamente, por lo cual, uno de los aspectos importantes dentro del AMEF, consiste en definir adecuadamente la función o las funciones asociadas a cada activo en su contexto operacional.

4.4.3.2 Fallas funcionales. Es definida como una ocurrencia no previsible, que no permite que el activo alcance el estándar de ejecución deseado en el contexto operacional en el cual se desempeña, trayendo como consecuencia que el activo no pueda cumplir con su función o la cumpla de forma ineficiente.

El nivel de insatisfacción producido por causa de una falla funcional, dependerá básicamente de las consecuencias que pueda generar la aparición de la misma dentro del contexto operacional.

4.4.3.3 Modos de falla. Las fallas funcionales tienen causas físicas que originan su aparición, estas causas son denominadas modos de falla (causas de las fallas funcionales).

Las actividades de prevención, anticipación o corrección de fallas funcionales, deben estar orientadas a atacar específicamente a cada uno de los modos de falla asociados a cada falla funcional (cada falla funcional puede tener más de un modo de falla).

La identificación correcta de los modos de falla será el factor básico para la selección adecuada de las actividades de mantenimiento.

4.4.3.4 Efectos de los modos de falla.(Consiste en identificar lo que sucederá en el contexto operacional si ocurriese cada modo de falla previamente identificado. Para esto se debe responder de forma clara la siguiente pregunta:

¿Cómo se evidencia (si puede ser evidente) que un modo de falla ha ocurrido?

La ocurrencia de los modos de falla se evidencia por efectos físicos, tales como ruidos fuertes, fuego, humo, escapes de vapor, olores inusuales, vibraciones fuertes, derrames de líquidos en el piso, etc.

Se debe tomar en cuenta que existen modos de falla cuya ocurrencia, no es evidente para el personal que labora dentro del contexto operacional correspondiente.

La descripción del efecto de falla deberá también incluir si la ocurrencia del modo de falla se evidencia a partir de una señal lumínica o sonora (o ambas), y si la señal se presenta en un panel del activo o en una central de control (o ambas).

4.4.3.5 Consecuencias de las fallas.Con el fin de poder decidir cuál es la mejor actividad de mantenimiento a ejecutar, es necesario tener claramente definido el aspecto relacionado a las consecuencias de los modos de falla.

El impacto que cualquier modo de falla puede tener sobre la organización, dependerá, básicamente, de tres factores:

- Del contexto operacional donde trabaje el activo.
- Del estándar de ejecución deseado, asociado a una determinada función.
- De los efectos o consecuencias físicas que puede provocar la ocurrencia de cada modo de falla.

La combinación de los tres factores mencionados, hace que cada modo de falla tenga una forma característica de impactar a la seguridad, al ambiente o a las operaciones.

Se han clasificado las consecuencias de los modos de falla en cuatro categorías.

1 *Ocultas*. Las consecuencias de este tipo de modos de falla, se generan a partir de las funciones ocultas o no evidentes que presentan algunos activos en el contexto operacional (especialmente en los equipos de seguridad, protección, reserva y control).

La aparición de modos de falla con consecuencias ocultas no será evidente dentro del desarrollo normal de las operaciones de un determinado sistema.

2 *Seguridad y ambiente*. Las consecuencias de los modos de falla sobre la seguridad y el ambiente surgen a partir de funciones evidentes de los activos, cuyas fallas funcionales afectaran en primer lugar, a la seguridad humana (muertes, heridas a las personas o condiciones inseguras) y en segundo lugar, al ambiente (incumplimiento de estándares ambientales internacionales, nacionales, regionales o locales).

3 *Operacionales*. Los modos de falla que afectan a las operaciones, surgen a partir de funciones evidentes, cuyas fallas funcionales afectaran de forma importante a la producción o las operaciones (cantidad de producto, calidad del producto, calidad del servicio prestado al cliente, costos de operación y costos directos de reparación).

4 *No operacionales*. Los modos de falla con consecuencias no operacionales, surgen a partir de funciones evidentes, cuyas fallas funcionales no afectaran de forma importante (aceptable) a la seguridad, al ambiente o las operaciones. Generalmente, este tipo de modo de falla, solo originará consecuencias económicas (envuelve solo el costo directo de la reparación).

Tabla 39. Análisis del modo y efecto de fallas del IN01

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL IN01				
ANÁLISIS FUNCIONAL	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFECTOS	CONSECUENCIA
Cabezal de mezcla. Mezclar el ISO y POLI según las medidas configuradas	No mezcla según lo calibrado	Cabezal de mezcla obstruido	Agujeros en el producto terminado	Operacionales
		Filtros de material sucios	Agujeros en el producto terminado	Operacionales
		Mala calibración	Porcentajes desiguales de material	Operacionales
Depósitos. Almacenar el material y calentarlo a 22°C y mezclarlo	No eleva la temperatura del material a lo requerido y no mezcla	Calefón no enciende	Material se endurece y se cristaliza	Operacionales
		El motor del mezclador quemado	Material sale con grumos	Operacionales
		No existe agua en el depósito	No calienta el depósito del material y se cristaliza	Operacionales
Regulador de la velocidad de las bombas	No regula la velocidad de la bomba	Convertidor de velocidad con error	Cantidad de material menor a lo deseado	Operacionales
Bombas a. Alimentar el material al sistema hidráulico	No alimenta el material al sistema hidráulico	Bombas alimentadoras trizadas	No existe material en las tuberías	Operacionales
		Empaque recalentados	No succiona el material	Operacionales
		Bomba quemada	No enciende la bomba	Operacionales
Pistones del cabezal. Dejar pasar el material adecuado	No pasa el material	Material seco en pistones del cabezal	Obstrucción de las agujas	Operacionales
		Pistones trizados	Taponamiento del material	Operacionales

Fuente: CEPOLFI

Tabla 39. (Continuación)

Sistema hidráulico. Aumentar la presión del material a no menos de 120 psi en el ISO y 180 psi en el POLI	Pérdida total de la presión	Motor quemado	Mal olor, humo	Operacionales
		Cañerías rotas	Derrame del aceite	Operacionales
	Presiones bajas en el material	Desgaste de los retenedores	Fugas de aceite	Operacionales
		Desgaste de los componentes mecánicos de la bomba	Presión baja en la descarga de la bomba	Operacionales
		Bomba quemada	No enciende la bomba	Operacionales
Alimentar de material a los depósitos	No alimenta de material a los depósitos	Bombas alimentadoras trizadas	No existe material en las tuberías	Operacionales
		Empaque recalentados	No succiona el material	Operacionales
Caudalómetro. Medir cuanta cantidad de material pasa	No mide la cantidad real	Agujas del caudalómetro dañadas	Menor y mayor cantidad de material en la piezas	No operacionales
Tuberías. trasladar el material	No traslada el material deseado	Obstrucción en las tubería	Mangueras con mayor dimensión y fugas	Salud y seguridad
Filtros. detener grumos del material	No detiene los grumos del material	Filtros saturados	Taponamiento de agujas del cabezal	Operacionales
Medir la temperatura y la presión del material	No mide la temperatura y la presión	No se enciende los medidores	Descalibración de la máquina	No operacionales

Fuente: CEPOLFI

Tabla 40. Análisis del modo y efecto de fallas del IN02

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL IN02				
ANÁLISIS FUNCIONAL	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFECTOS	CONSECUENCIA
Cabezal de mezcla. Mezclar el ISO y POLI según las medidas configuradas	No mezcla según lo calibrado	Cabezal de mezcla obstruido	Agujeros en el producto terminado	Operacionales
		Filtros de material sucios	Agujeros en el producto terminado	Operacionales
		Mala calibración	Porcentajes desiguales de material	Operacionales
Depósitos. Almacenar el material y calentarlo a 22°C y mezclarlo	No eleva la temperatura del material a lo requerido y no mezcla	Calefón no enciende	Material se endurece y se cristaliza	Operacionales
		El motor del mezclador quemado	Material sale con grumos	Operacionales
		No existe agua en el depósito	No calienta el depósito del material y se cristaliza	Operacionales
Regulador de la velocidad de las bombas	No regula la velocidad de la bomba	Convertidor de velocidad con error	Cantidad de material menor a lo deseado	Operacionales
Bombas A. Alimentar el material al sistema hidráulico	No alimenta el material al sistema hidráulico	Bombas alimentadoras trizadas	No existe material en las tuberías	Operacionales
		Empaque recalentados	No succiona el material	Operacionales
		Bomba quemada	No enciende la bomba	Operacionales
Pistones del cabezal. Dejar pasar el material adecuado	No pasa el material	Material seco en pistones del cabezal	Obstrucción de las agujas	Operacionales
		Pistones trizados	Taponamiento del material	Operacionales

Fuente: CEPOLFI

Tabla 40. (Continuación)

Sistema hidráulico. Aumentar la presión del material a no menos de 120 psi en el ISO y 180 psi en el POLI	Pérdida total de la presión	Motor quemado	Mal olor, humo	Operacionales
		Cañerías rotas	Derrame del aceite	Operacionales
	Presiones bajas en el material	Desgaste de los retenedores	Fugas de aceite	Operacionales
		Desgaste de los componentes mecánicos de la bomba	Presión baja en la descarga de la bomba	Operacionales
		Bomba quemada	No enciende la bomba	Operacionales
Alimentar de material a los depósitos	No alimenta de material a los depósitos	Bombas alimentadoras trizadas	No existe material en las tuberías	Operacionales
		Empaque recalentados	No succiona el material	Operacionales
Caudalómetro. Medir cuanta cantidad de material pasa	No mide la cantidad real	Agujas del caudalómetro dañadas	Menor y mayor cantidad de material en la piezas	No operacionales
Tuberías. Trasladar el material	No traslada el material deseado	Obstrucción en las tubería	Mangueras con mayor dimensión y fugas	Salud y seguridad
Filtros. Detener grumos del material	No detiene los grumos del material	Filtros saturados	Taponamiento de agujas del cabezal	Operacionales
Medir la temperatura y la presión del material	No mide la temperatura y la presión	No se enciende los medidores	Descalibración de la máquina	No operacionales

Fuente: CEPOLFI

Tabla 41. Análisis del modo y efecto de fallas del IN03

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL IN03				
ANÁLISIS FUNCIONAL	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFFECTOS	CONSECUENCIA
Cabezal de mezcla. Mezclar el ISO y POLI según las medidas configuradas	No mezcla según lo calibrado	Cabezal de mezcla obstruido	Agujeros en el producto terminado	Operacionales
		Filtros de material sucios	Agujeros en el producto terminado	Operacionales
		Mala calibración	Porcentajes desiguales de material	Operacionales
Depósitos. Almacenar el material y calentarlo a 22°C y mezclarlo	No eleva la temperatura del material a lo requerido y no mezcla	Calefón no enciende	Material se endurece y se cristaliza	Operacionales
		El motor del mezclador quemado	Material sale con grumos	Operacionales
		No existe agua en el depósito	No calienta el depósito del material y se cristaliza	Operacionales
Regulador de la velocidad de las bombas	No regula la velocidad de la bomba	Convertidor de velocidad con error	Cantidad de material menor a lo deseado	Operacionales
Bombas A. Alimentar el material al sistema hidráulico	No alimenta el material al sistema hidráulico	Bombas alimentadoras trizadas	No existe material en las tuberías	Operacionales
		Empaque recalentados	No succiona el material	Operacionales
		Bomba quemada	No enciende la bomba	Operacionales
Pistones del cabezal. Dejar pasar el material adecuado	No pasa el material	Material seco en pistones del cabezal	Obstrucción de las agujas	Operacionales
		Pistones trizados	Taponamiento del material	Operacionales

Fuente: CEPOLFI

Tabla 41. (Continuación)

Sistema hidráulico. Aumentar la presión del material a no menos de 120 psi en el ISO y 180 psi en el POLI	Pérdida total de la presión	Motor quemado	Mal olor, humo	Operacionales
		Cañerías rotas	Derrame del aceite	Operacionales
	Presiones bajas en el material	Desgaste de los retenedores	Fugas de aceite	Operacionales
		Desgaste de los componentes mecánicos de la bomba	Presión baja en la descarga de la bomba	Operacionales
		Bomba quemada	No enciende la bomba	Operacionales
Alimentar de material a los depósitos	No alimenta de material a los depósitos	Bombas alimentadoras trizadas	No existe material en las tuberías	Operacionales
		Empaque recalentados	No succiona el material	Operacionales
Caudalómetro. Medir cuanta cantidad de material pasa	No mide la cantidad real	Agujas del caudalómetro dañadas	Menor y mayor cantidad de material en la piezas	No operacionales
Tuberías. Trasladar el material	No traslada el material deseado	Obstrucción en las tubería	Mangueras con mayor dimensión y fugas	Salud y seguridad
Filtros. Detener grumos del material	No detiene los grumos del material	Filtros saturados	Taponamiento de agujas del cabezal	Operacionales
Medir la temperatura y la presión del material	No mide la temperatura y la presión	No se enciende los medidores	Descalibración de la máquina	No operacionales

Fuente: CEPOLFI

Tabla 42. Análisis del modo y efecto de fallas del CP04

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL CP04				
ANÁLISIS FUNCIONAL	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFFECTOS	CONSECUENCIAS
Ventilador. Enfriar los motores	Calentamiento de los motores	Motor del ventilador quemado	Recalentamiento de la máquina	Operacional
Deposito. Recolectar todo el aceite que está en recirculación	Baja el nivel de aceite del compresor	Material trizado o sellos en mal estado	Remordimiento de los engranajes	Operacional
Bandas. Permite el movimiento a las poleas	No existe movimiento en las poleas	Bandas rotas	Paralización por completo del compresor	Operacional
Filtro se aceite. Impide el paso de sustancias no deseadas	Filtro saturado de suciedad	Remordimiento de ejes	No trabaja el motor adecuadamente	Ocultas
Motor. Generar energía mecánica	No genera movimiento a las poleas	Bajo amperaje del motor	No carga el aire	Operacional
Poleas. Permite trasladar movimiento	No existe traslado de movimiento	Poleas rotas	Banda no realiza su función	Operacional
Filtro de aire. Impide el paso de basuras al sistema	Sistema saturado con suciedad	Filtros de aire con exceso de suciedad	Tuberías obstruidas	Ocultas
Control de mando. Permite controlar el equipo	No se puede manipular la máquina	Pulsadores dañados	Paralización de la máquina	Operacional
Sensores. Permite activar y desactivar automáticamente el sistema	No enciende automáticamente el sistema	Sensores quemados	El compresor funciona indefinidamente	Operacional
Tuberías. Permite el paso de aire por todo el sistema	No pasa el aire frio y caliente	Tuberías obstruidas	No carga el compresor	Ocultas

Fuente: CEPOLFI

Tabla 43. Análisis del modo y efecto de fallas del JE01

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL JE01				
ANÁLISIS FUNCIONAL	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFECTOS	CONSECUENCIAS
Pistola de aspersión. Controlar y permitir el paso del flujo y presión del material	No se puede controlar el flujo del material	Pistola de aspersión obstruida	Paralización de la jercotera	Operacional
Manómetro. Medir la presión	No mide la presión real	Agujas del manómetro dañadas	Sistema con baja presión o sobre presión	Ocultas
Tuberías. Trasladar el material	No traslada la cantidad de material deseada	Tuberías obstruidas	No llega a la pistola el material deseado	Operacional
Válvulas. Permitir el paso del material	No permite el paso del material	Válvulas rotas o atascadas	Paralización del sistema	Operacional
Pistones. Bombear el material	No bombea el material	Pistón atascados o rotos	No llega material a la pistola	Operacional
Recipiente. Almacenar el material	Se disminuye el material almacenado	Recipiente trizado o roto	Pérdida económica	No operacional
Filtro. Impedir el paso de sustancias no deseadas	No recolecta todas las sustancias no deseadas	Filtros saturados	Grumos en el sprayado	Operacional
Sistema neumático. Dar movimiento a los pistones	No inyecta aire a los pistones	Sistema neumático averiado	Paralización de la máquina	Operacional

Fuente: CEPOLFI

Tabla 44. Análisis del modo y efecto de fallas del JE02

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL JE02				
ANÁLISIS FUNCIONAL	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFECTOS	CONSECUENCIAS
Pistola de aspersión. Controlar y permitir el paso del flujo y presión del material	No se puede controlar el flujo del material	Pistola de aspersión obstruida	Paralización de la jercotera	Operacional
Manómetro. Medir la presión	No mide la presión real	Agujas del manómetro dañadas	Sistema con baja presión o sobre presión	Ocultas
Tuberías. Trasladar el material	No traslada la cantidad de material deseada	Tuberías obstruidas	No llega a la pistola el material deseado	Operacional
Válvulas. Permitir el paso del material	No permite el paso del material	Válvulas rotas o atascadas	Paralización del sistema	Operacional
Pistones. Bombear el material	No bombea el material	Pistón atascados o rotos	No llega material a la pistola	Operacional
Recipiente. Almacenar el material	Se disminuye el material almacenado	Recipiente trizado o roto	Pérdida económica	No operacional
Filtro. Impedir el paso de sustancias no deseadas	No recolecta todas las sustancias no deseadas	Filtros saturados	Grumos en el sprayado	Operacional
Sistema neumático. Dar movimiento a los pistones	No inyecta aire a los pistones	Sistema neumático averiado	Paralización de la máquina	Operacional

Fuente: CEPOLFI

Tabla 45. Análisis del modo y efecto de fallas del SE02

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL SE02				
ANÁLISIS FUNCIONAL	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFECTOS	CONSECUENCIAS
Recipiente. Almacenar el material hasta su secado	Fugas del material	Recipiente trizado	Esponja con poros internos	Operacional
Tuberías. Trasladar el aire	No permite el fluido del aire	Tuberías obstruidas	No permite sellar el sistema	Operacional
Guías. Guiar la tapa hasta su cierre completo	Guías no permiten el cierre de la tapa	Guías rotas o doblas	Tapa desviada	Operacional
Calentador. Calentar las paredes del recipiente para su secado	No caliente el recipiente	Calentador roto	No permite el secado de la esponja	Operacional
Tablero eléctrico. Activar y desactivar el sistema	No enciende el sistema	Contactares quemados	Paralización de la máquina por completo	Oculto
Brazo neumático. Empujar la puerta	No se mueve la puerta	Empaques del pistón rotos	No existe movimiento de la tapa	Oculto

Fuente: CEPOLFI

Tabla 46. Análisis del modo y efecto de fallas del ME03

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL ME03				
ANÁLISIS FUNCIONAL	FALLAS FUNCIONALES	MODO DE FALLA	EFECTOS	CONSECUENCIAS
Motor. Mezclar la materia prima	Existe grumos en la materia prima	Motor quemado	Paralización del mezclador	Operacional
Recipiente. Almacenar la materia prima	Fugas de la materia prima	Recipiente de metal roto o trizado	Pérdida económica	No operacional
Poleas. Sujetar la banda	No sujeta a la banda	Poleas rotas o trizadas	Desprendimiento de la banda	Operacional
Tubería. Trasladar el fluido	No traslada el fluido deseado	Tuberías obstruidas	No llega aire al brazo neumático	No operacional
Brazo neumático. Mover el recipiente	No mueve el recipiente	Empaques rotos del brazo neumático	No se puede mover el recipiente	No operacional
Pedestal. Sujetar el motor	No sujeta con precisión el motor	Pedestal desgastado o trizado	Paralización de la máquina	Operacional
Tablero eléctrico. Activar y desactivar el mezclador	No activa el mezclador	Contactares quemados	No enciende la máquina	Operacional
Bandas. Trasladar movimiento	No traslada movimiento a las poleas	Bandas rotas	No existe movimiento de poleas	Operacional

Fuente: CEPOLFI

4.4.3.6 Tareas de mantenimiento. Las actividades de mantenimiento a ejecutar se clasifican en dos grandes grupos, las actividades preventivas y las actividades correctivas, estas últimas, se ejecutarán sólo en el caso de no encontrar una actividad efectiva de mantenimiento preventivo.

4.4.3.7 Diagrama de evaluación. El diagrama de evaluación El diagrama de decisión es capaz de determinar la factibilidad o sostenibilidad de una tarea cualquiera (Figura 16).

Una vez realizado el análisis de las tareas de mantenimiento, con la correspondiente evaluación de consecuencias y posible determinación del tipo de tareas propuestas, se podrá hacer uso del diagrama de evaluación de tareas como soporte para la determinación de la factibilidad de las tareas y posterior optimización del plan de mantenimiento existente.

Dada la dificultad manifiesta de evaluar si una tarea es apropiada para atender determinado modo de falla, se ha elaborado un diagrama que contribuya a tomar decisiones durante la importante etapa de selección, evaluación y proposición de tareas.

Dominar todos los criterios que acompañan a la selección de tareas lleva su tiempo y una gran dedicación. El equipo de trabajo encontrará una valiosa ayuda sirviéndose del presente diagrama de evaluación de tareas.

El diagrama de evaluación de tareas va exponiendo lógicamente, para cada tipo de tarea, los requisitos que deben cumplirse para considerar que la tarea es apropiada según los criterios de factibilidad técnica y sostenibilidad.

El diagrama de evaluación de tareas considera tantas tareas para atender fallas ocultas como evidentes, atendiendo a los criterios establecidos por la norma SAE JA 1011: 1999.

En el caso de fallas ocultas, el diagrama de evaluación de tareas considera los requisitos para la selección de tareas predictivas o según la condición, según el alcance, preventivas, búsqueda de fallas, modificaciones y trabajo hasta la falla.

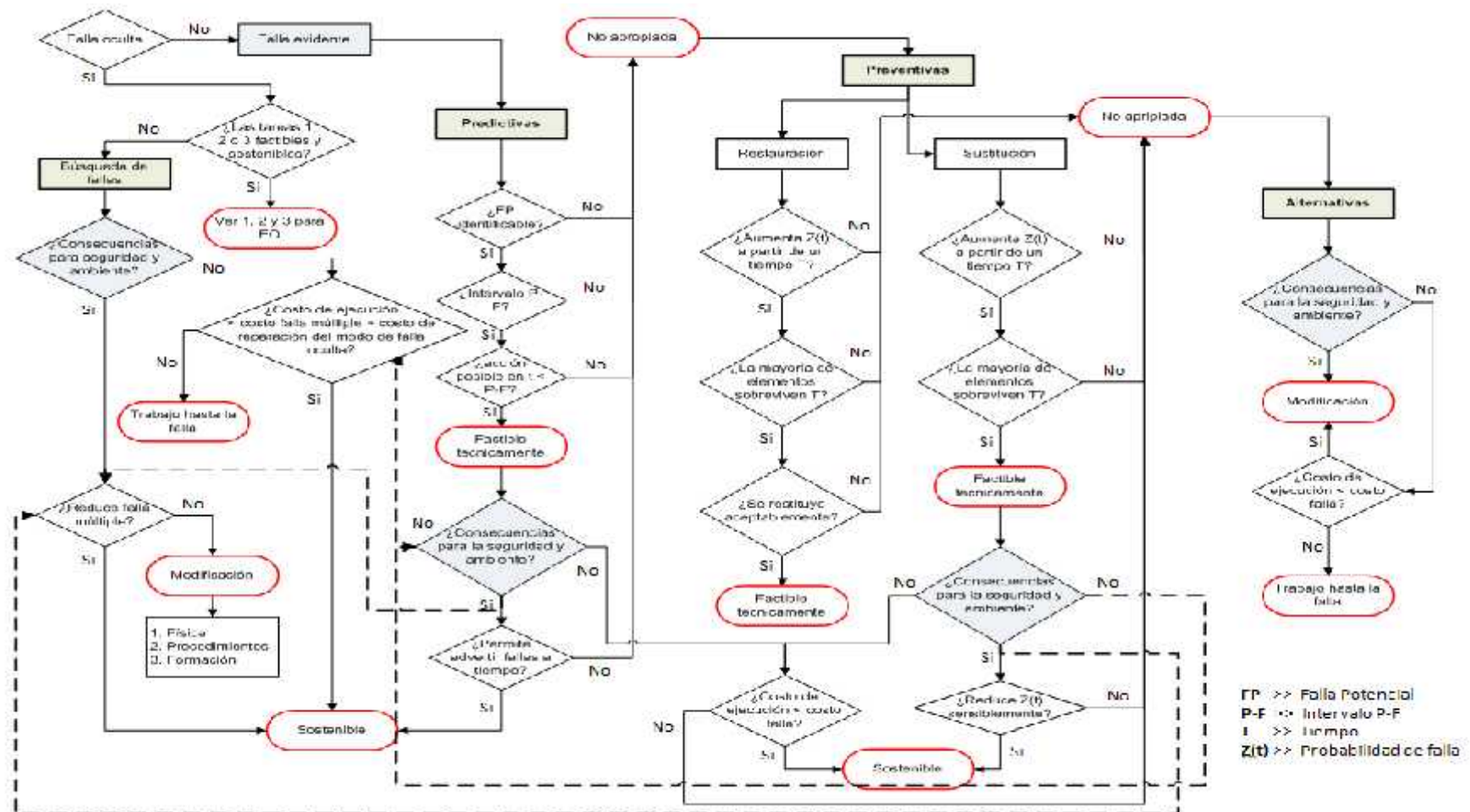
En el caso de fallas evidentes, el diagrama de evaluación de tareas considera los requisitos para la selección de tareas predictivas o según la condición, preventivas, modificaciones y trabajo hasta la falla.

Cuando se encuentre en el diagrama un camino en líneas discontinuas, se estará indicando que únicamente se sigue ese camino en caso de estar trabajando una falla oculta.

Una tarea no apropiada, será aquella que no pueda cumplir con los criterios de factibilidad técnica o sostenibilidad establecidos para ella. Por tanto una tarea apropiada tendrá que cumplir con todos los requisitos de ambos criterios.

El diagrama de evaluación de tareas constituye una alternativa para la determinación y caracterización de las posibles tareas a identificar para atender los diferentes modos de falla fundamentales de un sistema, subsistema o activo. Permite la validación y caracterización de cualquier tarea para combatir un modo de falla y sus consecuencias.

Figura 16. Diagrama de evaluación



Fuente: Gestión de mantenimiento

Tabla 47. Selección y Evaluación de las tareas de mantenimiento del IN01

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL IN01				
MODO DE FALLA	TAREA DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	FRECUENCIA	EVALUACIÓN
Cabezal de mezcla obstruido	Inspección y limpieza del cabezal de mezcla	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Filtros de material sucios	Revisión y limpieza del filtro	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Mala calibración	Revisar la calibración de cada sección	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Calefón no enciende	Limpieza del calefón y revisión	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
El motor del mezclador quemado	Revisión del motor y reajuste	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
No existe agua en el depósito	Revisión de cisterna y limpieza de la misma	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Convertidor de velocidad con error	Limpieza y comprobación del voltaje y amperaje	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Bombas alimentadoras trizadas	Limpieza de la bomba e inspección	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Bomba quemada	Revisión del motor y reajuste	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Material seco en pistones del cabezal	Limpieza de las agujas del cabezal	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Pistones trizados	Inspección de los pistones y limpieza	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente

Fuente: Autor

Tabla 47. (Continuación)

Motor quemado del sistema hidráulico	Limpieza y comprobación del voltaje y amperaje	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Cañerías rotas	Revisión de las cañerías y reajuste	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Desgaste de los retenedores del sistema hidráulico	Cambio de los retenedores del motor	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Desgaste de los componentes mecánicos de la bomba	Revisión y reajuste de los componentes mecánicos de la bomba	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Bomba quemada del sistema hidráulico	Comprobación de funcionamiento de la bomba	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Bomba de alimentación trizadas	Revisión y limpieza de las bombas de alimentación	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Empaques recalentados	Cambio de empaques de la bomba	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Agujas del caudalómetro dañadas	Esperar que falle para su cambio	Correctivo	Indefinida	Factible técnicamente
Obstrucción en las tubería	Verificar e inspeccionar	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Filtros saturados	Limpieza e inspección filtros	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
No se enciende los medidores de presión y temperatura	Esperar que falle para su cambio	Correctivo	Indefinida	Trabajo hasta la falla

Fuente: Autor

Tabla 48. Selección y Evaluación de las tareas de mantenimiento del IN02

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL IN02				
MODO DE FALLA	TAREA DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	FRECUENCIA	EVALUACIÓN
Cabezal de mezcla obstruido	Inspección y limpieza del cabezal de mezcla	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Filtros de material sucios	Revisión y limpieza del filtro	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Mala calibración	Revisar la calibración de cada sección	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Calefón no enciende	Limpieza del calefón y revisión	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
El motor del mezclador quemado	Revisión del motor y reajuste	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
No existe agua en el depósito	Revisión de cisterna y limpieza de la misma	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Convertidor de velocidad con error	Limpieza y comprobación del voltaje y amperaje	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Bombas alimentadoras trizadas	Limpieza de la bomba e inspección	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Bomba quemada	Revisión del motor y reajuste	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Material seco en pistones del cabezal	Limpieza de las agujas del cabezal	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Pistones trizados	Inspección de los pistones y limpieza	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente

Fuente: Autor

Tabla 48. (Continuación)

Motor quemado del sistema hidráulico	Limpieza y comprobación del voltaje y amperaje	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Cañerías rotas	Revisión de las cañerías y reajuste	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Desgaste de los retenedores del sistema hidráulico	Cambio de los retenedores del motor	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Desgaste de los componentes mecánicos de la bomba	Revisión y reajuste de los componentes mecánicos de la bomba	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Bomba quemada del sistema hidráulico	Comprobación de funcionamiento de la bomba	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Bomba de alimentación trizadas	Revisión y limpieza de las bombas de alimentación	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Empaques recalentados	Cambio de empaques de la bomba	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Agujas del caudalómetro dañadas	Esperar que falle para su cambio	Correctivo	Indefinida	Factible técnicamente
Obstrucción en las tubería	Verificar e inspeccionar	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Filtros saturados	Limpieza e inspección filtros	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
No se enciende los medidores de presión y temperatura	Esperar que falle para su cambio	Correctivo	Indefinida	Trabajo hasta la falla

Fuente: Autor

Tabla 49. Selección y Evaluación de las tareas de mantenimiento del IN03

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL IN03				
MODO DE FALLA	TAREA DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	FRECUENCIA	EVALUACIÓN
Cabezal de mezcla obstruido	Inspección y limpieza del cabezal de mezcla	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Filtros de material sucios	Revisión y limpieza del filtro	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Mala calibración	Revisar la calibración de cada sección	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Calefón no enciende	Limpieza del calefón y revisión	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
El motor del mezclador quemado	Revisión del motor y reajuste	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
No existe agua en el depósito	Revisión de cisterna y limpieza de la misma	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Convertidor de velocidad con error	Limpieza y comprobación del voltaje y amperaje	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Bombas alimentadoras trizadas	Limpieza de la bomba e inspección	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Bomba quemada	Revisión del motor y reajuste	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Material seco en pistones del cabezal	Limpieza de las agujas del cabezal	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Pistones trizados	Inspección de los pistones y limpieza	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente

Fuente: Autor

Tabla 49. (Continuación)

Motor quemado del sistema hidráulico	Limpieza y comprobación del voltaje y amperaje	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Cañerías rotas	Revisión de las cañerías y reajuste	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Desgaste de los retenedores del sistema hidráulico	Cambio de los retenedores del motor	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Desgaste de los componentes mecánicos de la bomba	Revisión y reajuste de los componentes mecánicos de la bomba	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Bomba quemada del sistema hidráulico	Comprobación de funcionamiento de la bomba	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Bomba de alimentación trizadas	Revisión y limpieza de las bombas de alimentación	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Empaques recalentados	Cambio de empaques de la bomba	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Agujas del caudalómetro dañadas	Esperar que falle para su cambio	Correctivo	Indefinida	Factible técnicamente
Obstrucción en las tubería	Verificar e inspeccionar	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Filtros saturados	Limpieza e inspección filtros	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
No se enciende los medidores de presión y temperatura	Esperar que falle para su cambio	Correctivo	Indefinida	Trabajo hasta la falla

Fuente: Autor

Tabla 50. Selección y Evaluación de las tareas de mantenimiento del CP04

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL CP04				
MODO DE FALLA	TAREA DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	FRECUENCIA	EVALUACIÓN
Motor del ventilador quemado	Revisar el motor y limpieza	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Material trizado o sellos en mal estado	Verificar que no exista fugas	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Bandas rotas	Medir que estén templadas y en buen estado	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Remordimiento de ejes	Cambiar el filtro	Correctivo	2000h	Factible técnicamente
Bajo amperaje del motor	Verificar su funcionamiento	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Poleas rotas	Revisar su estado	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Filtros de aire con exceso de suciedad	Cambiar el filtro	Correctivo	2000h	Factible técnicamente
Pulsadores dañados	Verificar su funcionamiento	Preventivo	Diario	Factible técnicamente
Sensores quemados	Verificar su funcionamiento	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Tuberías obstruidas	Limpieza de tubería	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente

Fuente: Autor

Tabla 51. Selección y Evaluación de las tareas de mantenimiento del JE01

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL JE01				
MODO DE FALLA	TAREA DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	FRECUENCIA	EVALUACIÓN
Pistola de aspersión obstruida	Limpiarla	Preventivo	Diaria	Factible técnicamente
Agujas del manómetro dañadas	Realizar pruebas de funcionamiento	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Tuberías obstruidas	Revisar e inspeccionar la tubería	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Válvulas rotas o atascadas	Verificar el funcionamiento	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Pistón atascados o rotos	Realizar pruebas	Preventivo	Diarias	Factible técnicamente
Recipiente trizado o roto	Verificación	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Filtros saturados	Cambio de filtros	Correctivo	Trimestral	Factible técnicamente
Sistema neumático averiado	Realizar inspecciones y pruebas	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente

Fuente: Autor

Tabla 52. Selección y Evaluación de las tareas de mantenimiento del JE02

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL JE02				
MODO DE FALLA	TAREA DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	FRECUENCIA	EVALUACIÓN
Pistola de aspersión obstruida	Limpiarla	Preventivo	Diaria	Factible técnicamente
Agujas del manómetro dañadas	Realizar pruebas de funcionamiento	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Tuberías obstruidas	Revisar e inspeccionar la tubería	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Válvulas rotas o atascadas	Verificar el funcionamiento	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Pistón atascados o rotos	Realizar pruebas	Preventivo	Diarias	Factible técnicamente
Recipiente trizado o roto	Verificación	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Filtros saturados	Cambio de filtros	Correctivo	Trimestral	Factible técnicamente
Sistema neumático averiado	Realizar inspecciones y pruebas	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente

Fuente: Autor

Tabla 53. Selección y Evaluación de las tareas de mantenimiento del SE02

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL SE02				
MODO DE FALLA	TAREA DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	FRECUENCIA	EVALUACIÓN
Recipiente trizado	Revisar e inspeccionar el recipiente	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Tuberías obstruidas	Inspección de las tuberías	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Guías rotas o doblas	Lubricar las guías y verificar su estado	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Calentador roto	Verificar su funcionamiento	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Contactares quemados	Realizar pruebas	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Empaques del pistón rotos	Revisar el brazo neumático	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente

Fuente: Autor

Tabla 54. Selección y Evaluación de las tareas de mantenimiento del ME03

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL ME03				
MODO DE FALLA	TAREA DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	FRECUENCIA	EVALUACIÓN
Motor quemado	Revisar el motor	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente
Recipiente de metal roto o trizado	Revisar y limpiar el recipiente	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Poleas rotas o trizadas	Revisión de las poleas	Preventivo	Semestral	Factible técnicamente
Tuberías obstruidas	Revisión e inspección de tuberías	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Empaques rotos del brazo neumático	Revisión del brazo neumático	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Pedestal desgastado o trizado	Lubricación del pedestal	Preventivo	Semanal	Factible técnicamente
Contactares quemados	Pruebas de funcionamiento	Preventivo	Mensual	Factible técnicamente
Bandas rotas	Revisión tensión de las bandas	Preventivo	Trimestral	Factible técnicamente

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5. SELECCIÓN DEL SOFTWARE

El mantenimiento se consideró un factor estratégico para poder incrementar los niveles de productividad, calidad y seguridad en la empresa. Es por ello que la empresa debe adoptar técnicas y sistemas que le permitan garantizar la continuidad en sus procesos productivos y uniformidad en la calidad de sus productos y servicios.

Debido a la dinámica y a la cantidad de información que se necesita tener organizada para llevar a cabo un buen plan de mantenimiento, sólo con un softwarees posible mantener accesible y al día toda esa información.

5.1 Características requeridas

La Empresa CEPOLFI Industrial C.A. requiere de los siguientes parámetros técnicos:

Tabla 55.Requerimientos funcionales

N°	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES
1	Gestionar los datos a través de una base de datos de modo que exista un control organizado de la información.
2	Visualización de la información a través de la web para poder acceder a los servicios desde cualquier parte con el fin de controlar el mantenimiento de cualquier lugar.
3	Establecer la inserción, modificación y eliminación de estrategias, técnicos y equipos para llevar un control eficaz de las actividades que se realiza.
4	Llevar el proceso automático de asignación de actividades a los técnicos. Para que se el personal pueda trabajar con eficiencia y poder controlar sus actividades de cada uno de los empleados.
5	Mostrar un plan de mantenimiento de todas las actividades que se desarrollarán durante el año de acuerdo al número de semana correspondiente.

Fuente: CEPOLFI

Tabla 55. (Continuación)

6	Permitir a los técnicos notificar las actividades que vaya realizando de acuerdo a la semana que toque, y así ver controlar si las tareas designadas se cumplen a cabalidad.
7	Permitir reportar las fallas de algún equipo además de poder determinar el tiempo que estuvo parado ese equipo hasta su arreglo.
8	Llevar el proceso automático de asignación de actividades a los equipos. Para el ahorro de tiempo del planificador.
9	Permitir establecer búsquedas de estrategias, técnicos, equipos o fallas, para dar el seguimiento correcto a cada uno de los equipos.
10	Presentar por cada técnico, las actividades que éste debe desarrollar y así poder evaluar si cumple o no con sus funciones.
11	Mostrar por cada equipo, las actividades que se deben desarrollar en él.

Fuente: CEPOLFI

5.2 Estudios comparativos de software

Para realice el estudio comparativo se determina tres tipos de software que provienen de diferentes proveedores y con diferentes funcionalidades.

- Software de gestión de mantenimiento (SGM Pro)

Figura 17. SGM Pro



Fuente: ManualSGM Pro

- Sistema de mantenimiento asistido por computadora

Figura 18. SisMAC



Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador

Fuente: ManualSisMAC

- Software profesional MP

Figura 19. MP

El MP es un Software Profesional
para Control y Administración del Mantenimiento
Computerized Maintenance Management System

Fuente: ManualIMP

5.2.1 *Funcionalidades de SGM pro.*SGM pro es un software para la gestión de mantenimiento industrial, creado bajo la plataforma JAVA, usando tecnologías como JSF y EJB.

Tabla 56.Funcionalidades de SGM pro

N°	FUNCIONALIDAD	DEFINICIÓN
1	Autenticación de usuario	Determina un nivel de seguridad para el software, donde solo un usuario específico en la base de datos podrá hacer uso de la aplicación.
2	Gestión de ubicación técnicas	Se refiere al ingreso, modificación y eliminación de ubicaciones técnicas en la base de datos de la aplicación.
3	Gestión de actividades	Se refiere al ingreso, modificación y eliminación de estrategias en la base de datos de la aplicación.
4	Gestión de equipos y repuestos	Se refiere al ingreso, modificación y eliminación de equipos y repuestos en la base de datos de la aplicación.
5	Asignación de actividades a equipos	Como su nombre lo indica, nos permite asignar una determinada actividad a un equipo específico.
6	Asignación de actividades a técnico	Asignar las actividades a un técnico determinado de acuerdo a la semana indicada.
7	Búsqueda de actividades	Busca de manera precisa las actividades de acuerdo a los parámetros de búsqueda especificados.
8	Búsqueda de equipos	Busca de manera precisa los equipos de acuerdo a los parámetros de búsqueda.
9	Búsqueda de repuestos	Busca de manera precisa los repuestos de acuerdo a los parámetros de búsqueda especificados.
10	Creación de reportes	Permite crear reportes en diferentes formatos, pdf, xml, doc o ppt, en una entidad especificada.
11	Creación del plan de mantenimiento	Genera el plan de mantenimiento anual de la industria, según el número de semanas del año, con sus actividades respectivas a su semana.
12	Homogenización del plan	Permite homogenizar el plan de mantenimiento con el fin de reducir las semanas cargadas de actividades y equilibrar el trabajo de cada semana.
13	Organización del plan	Ordena el plan de mantenimiento de forma ascendente o descendente de acuerdo a las estrategias, los equipos y las frecuencias

Fuente: ManualSGM Pro

Tabla 56. (Continuación)

14	Gestión del reporte de fallas	Permite la inserción, modificación y eliminación de reportes de las fallas generadas en los equipos con el fin de dar un mantenimiento correctivo y/o preventivo de los mismos.
15	Presentación de información estática	Además de las funcionalidades de interacción con la base de datos, el software permite presentar información general acerca de la empresa.
16	Elegir repuestos	Estas funciones permiten seleccionar los repuestos que se han utilizado en determinada falla o estrategia desarrollada por un técnico, donde el stock de los repuestos va a irse disminuyendo de la bodega de acuerdo a lo que se utilice, obteniendo así un control de los repuestos.
17	Notificar y cerrar actividades	Permite a los técnicos notificar las actividades que ya haya realizado y a los planificadores cerrar estas actividades.
18	Historial del plan	Presenta un listado del historial del plan, donde se va a acceder al plan anual que se especifique.
19	Solicitudes de mantenimiento	Permite desde cualquier terminal de la empresa hacer solicitudes de mantenimiento o de actividad al departamento de mantenimiento.
20	Reportes	Reportes de costos, de disponibilidad, confiabilidad, tiempo medio entre la reparación, etc.

Fuente: ManualSGM Pro

5.2.2 Funcionalidades de SisMAC. Es la mejor alternativa para la gestión del mantenimiento, debido a que es un CMMS completamente paramétrico y amigable al usuario, lo que le da una gran versatilidad para adaptarse a cualquier tipo de empresa. Es una poderosa herramienta que ayuda a reducir costos de mantenimiento y maximizar la disponibilidad de los bienes / instalaciones.

Las funciones que posee el software son las siguientes:

Tabla 57. Funcionalidades de SisMAC

N°	FUNCIONALIDAD	DEFINICIÓN
1	Instalaciones	Inventario técnico de bienes a mantener.
2	Documentación técnica	Vinculación de manuales, planos, referencias gráficas y video al inventario de instalaciones.
3	Fichas técnicas de datos	(Datos de placa, operación) predefinidas, y nuevas configurables por el usuario.
4	Lista base de recambios	Información de materiales y repuestos vinculados al inventario de instalaciones.
5	Interfaz gráfica	Almacenamiento de imágenes y video, relacionada con la información de todos los módulos.
6	Personal técnico	Programación de actividades relacionadas con órdenes de trabajo, calendario de vacaciones, datos técnicos (Especialidad, participación en la gestión, etc.), parametrización de tipos de especialistas, costo / hora especialista, evaluación de carga de trabajo y desempeño.
7	Configurable de Tareas de Mantenimiento	Poder modificar las tareas de cada equipo.
8	Programación paramétrica de tareas y rutinas de mantenimiento	De acuerdo a naturaleza y modos de operación definidos por el usuario (Horas operadas, Número de arranques, Km recorridos, etc.).
9	Solicitudes de trabajo	Lanzamiento, seguimiento, evaluación.
10	Ordenes de trabajo	Programación y lanzamiento de acuerdo a la naturaleza del trabajo (Preventivas, correctivas, etc.)
11	Planificación y costeo de recursos	(Mano de obra, materiales / repuestos, herramientas, contratación externa).
12	Registro de fallas	Poder registrar las fallas imprevistas.
13	Cronogramas de rutinas	Poder ver cada cuanto se realiza el mantenimiento o inspección.
14	Seguimiento de órdenes de trabajo	Poder visualizar en qué estado se encuentra la orden.
15	Programación y Control de contadores	Ingreso personalizado, cálculo automático de carga de trabajo y próxima lectura / fecha de ejecución de tareas y rutinas.
16	Informes técnicos	De distinta naturaleza en los diferentes módulos, de acuerdo a selección de parámetros de consulta.
17	Índices de mantenimiento	Disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, etc.
18	Informes gerenciales	Estadísticas y costos relacionados con la gestión del mantenimiento

Fuente: ManualSisMAC

Tabla 57. (Continuación)

19	Seguridad	Perfiles de usuario parametrizables por el Administrador del sistema, para acceso a cada módulo y sus diferentes submódulos.
20	Herramientas de administración	<p>SisMAC Administrador. Configuración de Servidor, ruta de acceso, opciones multiusuario y utilidades.</p> <p>SisMAC Interfaz. Interfaz de datos con otras aplicaciones existentes en LA EMPRESA CONTRATANTE cliente (Inventarios de bodega, Compras, Activos fijos, Contabilidad, personal y nómina, aplicaciones técnicas, etc.)</p> <p>SisMAC Server. Tareas automatizadas (registro histórico, actualización de recursos de Ots, etc.).</p>

Fuente: ManualSisMAC

5.2.3 Funcionalidades del MP. El MP es un CMMS, de sus siglas en inglés Computerized Maintenance Management System. El objetivo principal del MP es ayudarlo a administrar la gestión de mantenimiento de una manera eficiente, manteniendo toda la información de su departamento de mantenimiento documentada y organizada.

Las funciones que posee el software son las siguientes:

Tabla 58 .Funcionalidades de MP

N°	FUNCIONALIDAD	DEFINICIÓN
1	Documente en el MP	Toda la información referente a sus equipos e instalaciones, como por ejemplo planos, diagramas, especificaciones, localización, datos del proveedor, etc.
2	Documente los planes o rutinas de mantenimiento	De cada uno de sus equipos y genere con el MP los calendarios de mantenimiento en forma automática.
3	Actualización de trabajos realizados	Informa sobre los trabajos de mantenimiento que se deben realizar y una vez que se realizan, el MP reprograma la fecha próxima para cuando deban volver a realizarse, ajustando automáticamente los calendarios de mantenimiento.

Fuente: ManualIMP

Tabla 58. (Continuación)

4	Automatice y simplifique	Con el MP los procesos de generación, control y seguimiento de las órdenes de trabajo.
5	Mantenga control total	Sobre su inventario de repuestos y disminuya niveles de inventario mediante la adquisición de repuestos justo a tiempo.
6	Mantenga organizada y disponible	Para consulta toda la información histórica referente a trabajos realizados y recursos utilizados.
7	Catálogo de equipos	Forme su catálogo de equipos y documente en el MP toda la información de sus equipos, como por ejemplo, imágenes, localización, planos, archivos adjuntos, especificaciones, notas, garantías, datos del proveedor, etc.
8	Catálogo de localizaciones	Estructure en el MP el árbol de localizaciones que le permitirá dejar documentada la localización de todos y cada uno de sus equipos. Gracias a la estructura arbolar del catálogo de localizaciones, usted podrá establecer filtros para ubicar los equipos a cualquier nivel del árbol.
9	Rutinas de mantenimiento	Documente en el MP sus planes de mantenimiento rutinario para equipos y localizaciones, indicando las actividades rutinarias que deben realizarse, así como la frecuencia con que debe realizarse cada actividad.
10	Ordenes de trabajo	Día con día el MP analiza las fechas de trabajos programados e informa sobre los trabajos que deben realizarse en el periodo. Seleccione los trabajos y genere las órdenes de trabajo en forma automática desde el MP.
11	Solicitudes vía internet	Reporte solicitudes de mantenimiento vía Internet. Las solicitudes de mantenimiento que se reportan vía Internet, llegan directamente al personal de mantenimiento.
12	Calculo automático de los calendarios de mantenimiento	En los calendarios de mantenimiento el MP marca las fechas cuando deben realizarse los diferentes trabajos de mantenimiento, encargándose el MP de mantener actualizados y al día dichos calendarios.
13	Distribución de cargas de trabajo	El MP cuenta con herramientas que le ayudarán a distribuir las órdenes de trabajo entre el personal de mantenimiento en función de la especialidad y duración estimada de cada orden.

Fuente: ManualIMP

5.3 Selección del software según las funciones requeridas

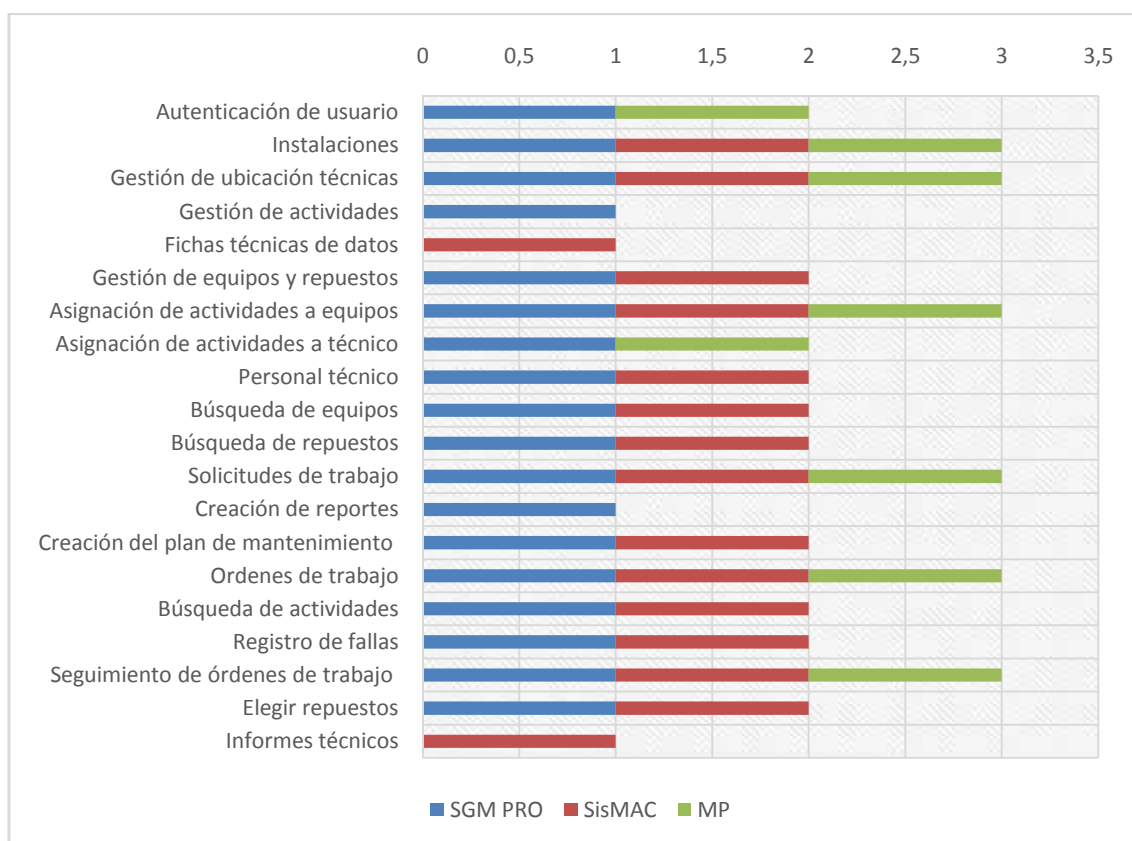
Una vez concluido el estudio de cada uno de los software de mantenimiento se determinara la selección del mismo de acuerdo a la comparación de las funciones requeridas por la empresa vs las funciones brindadas por cada software estudiado.

Tabla 59. Comparación de funciones

FUNCIONES	SGM PRO	SISMAC	MP	FUNCIONES REQUERIDAS
Autenticación de usuario	X		X	X
Instalaciones	X	X	X	X
Gestión de ubicación técnicas	X	X	X	X
Gestión de actividades	X			X
Fichas técnicas de datos		X		X
Gestión de equipos y repuestos	X	X		X
Asignación de actividades a equipos	X	X	X	X
Asignación de actividades a técnico	X		X	X
Personal técnico	X	X		X
Búsqueda de equipos	X	X		X
Búsqueda de repuestos	X	X		X
Solicitudes de trabajo	X	X	X	X
Creación de reportes	X			X
Creación del plan de mantenimiento	X	X		X
Ordenes de trabajo	X	X	X	X
Búsqueda de actividades	X	X		X
Registro de fallas	X	X		X
Seguimiento de órdenes de trabajo	X	X	X	X
Elegir repuestos	X	X		X
Informes técnicos		X		X
TOTAL	18	16	8	20

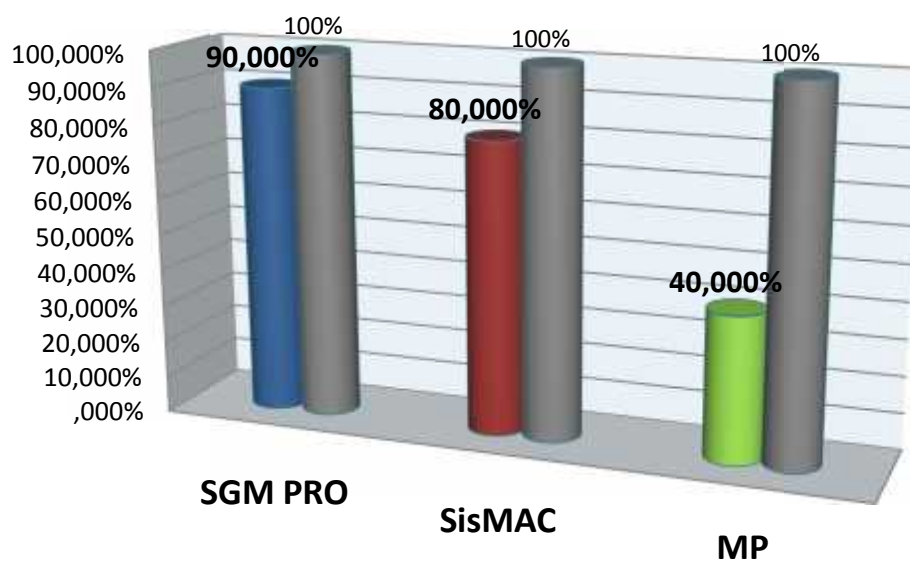
Fuente: ManualSGM PRO, SisMAC, MP

Tabla 60. Funciones de los programas



Fuente: Autor

Figura 20. Funciones requeridas vs programa



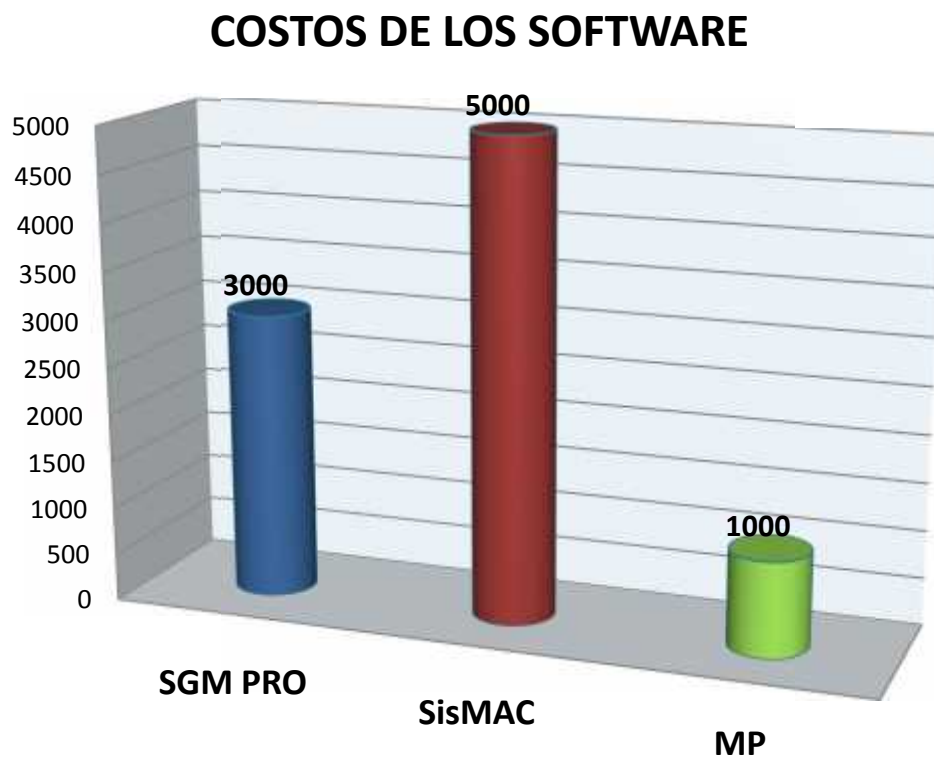
Fuente: Autor

Tabla 61. Costo de programa

COSTOS DEL SOFTWARE		
N°-	NOMBRE DEL PROGRAMA	COSTO
1	SGM PRO	\$3000
2	SisMAC	\$5000
3	MP	\$1000

Fuente: CEPOLFI

Figura 21. Costo vs programa



Fuente: Autor

Se determinó que el sistema computarizado que cumple con mayor expectativas los requerimientos funcionales de la empresa es el software SGM Pro ya que es el que más se aproxima a las funciones requeridas por CEPOLFI INDUSTRIAL C.A, y tiene un costo muy accesible para la empresa, es una aplicación amigable para el usuario y de muy fácil manejo, con íconos intuitivos para cualquier persona, lo cual permitirá el autoaprendizaje del funcionamiento del software, y muchos son los beneficios tangibles e intangibles que pueden obtenerse con la implementación del SGM Pro.

5.4 Requerimientos informáticos del software

SGM Pro requiere de las siguientes especificaciones mínimas técnicas para su uso óptimo y eficaz:

Tabla 62. Requerimientos informáticos

Sistema operativo	Memoria mínima	Memoria recomendada	Espacio en disco mínimo	Espacio en disco recomendado	Máquina virtual de java
LINUX					
Red Hat Enterprise Linux 5.0	1 GB	2GB	250 MB de espacio libre	500 MB de espacio libre	JDK 6 32 y 64 bits
Red Hat Enterprise Linux 4.0	1 GB	2GB	250 MB de espacio libre	500 MB de espacio libre	JDK 6 32 bits
SUSE Linux Enterprise Server 10	1 GB	2GB	250 MB de espacio libre	500 MB de espacio libre	JDK 6 32 bits
Ubuntu Linux 8.04	1 GB	2GB	250 MB de espacio libre	500 MB de espacio libre	JDK 6 32 bits
WINDOWS					
Windows 7 Profesional	1 GB	2GB	250 MB de espacio libre	500 MB de espacio libre	JDK 6 32 y 64 bits
Windows XP Profesional SP3	1 GB	2GB	250 MB de espacio libre	500 MB de espacio libre	JDK 6 32 bits
Windows 2008	1 GB	2GB	250 MB de espacio libre	500 MB de espacio libre	JDK 6 32 bits
Windows Vista Business	1 GB	2GB	250 MB de espacio libre	500 MB de espacio libre	JDK 6 32 bits
MAC OS					
Mac OS X 10.5 y 10.6	1 GB	2GB	250 MB de espacio libre	500 MB de espacio libre	JDK 6 32 bits

Fuente: ManualSGM Pro

CAPÍTULO VI

6. IMPLEMENTACIÓN

6.1 Explicación de la implementación

6.1.1 ¿Cómo usar la aplicación web?SGM- PRO es una aplicación web la cual puede ser instalada en un servidor web y brindar el servicio a todos los equipos que estén conectados al servidor.

Puede funcionar también en una computadora que tenga las especificaciones mínimas y trabajar en una sola computadora.

6.1.2 Página inicial.Abrimos cualquier explorador de Internet (se recomienda Mozilla Firefox), e ingresamos el URL, en este caso va a ser: localhost:8181; o damos clic en el ícono ubicado en el escritorio.

Entonces en nuestro Explorador se va a cargar la Página web o el Portal principal de la aplicación.

Figura 22. Página principal



Fuente: Programa SGM

En esta pantalla se debe dar clic dentro del texto *entrar*, de esta manera se dirigirá a la siguiente página:

Figura 23. Ingreso los datos para inicial sección

The image shows a web application interface. On the left is a vertical sidebar menu with a blue header 'Información General' and a blue background at the bottom featuring a user icon. The menu items are 'Inicio', 'Introducción', 'Soporte Técnico', and 'Iniciar'. On the right is a login form with a title bar 'Ingreso los datos para Iniciar Sesión:'. It contains two input fields: 'Usuario:' with the text 'admin' and 'Password:' with masked characters. Below the fields are 'Login' and 'Cancelar' buttons. At the bottom of the form is a link 'Cambiar contraseña'.

Fuente: Programa SGM

Esta página principal va a estar conformada por menú desplegable con opciones, las cuales iremos detallando a continuación.

Aquí deberemos ingresar el nombre de usuario, y también la contraseña y en caso de que aún no se encuentre registrado en la base de datos.

6.1.2.1 Menú de navegación – planificador.El menú de navegación que aparece en la aplicación son los ítems que se van a utilizar para poder realizar un plan de mantenimiento planificado a todos los equipos que tiene la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.

Este menú aparece una vez que hayamos iniciado sesión.

Figura 24. Menú de navegación



Fuente: Programa SGM

6.2 Información general

En este submenú se encuentran las diferentes entidades, como son: como pasos para la gestión, etc.

Figura 25. Información general



Fuente: Programa SGM

6.3 Gestión

En este submenú se encuentran las diferentes entidades, como son: gestionar ubicación técnica, equipos, componentes, estrategias, técnicos, repuestos.

Figura 26. Gestión

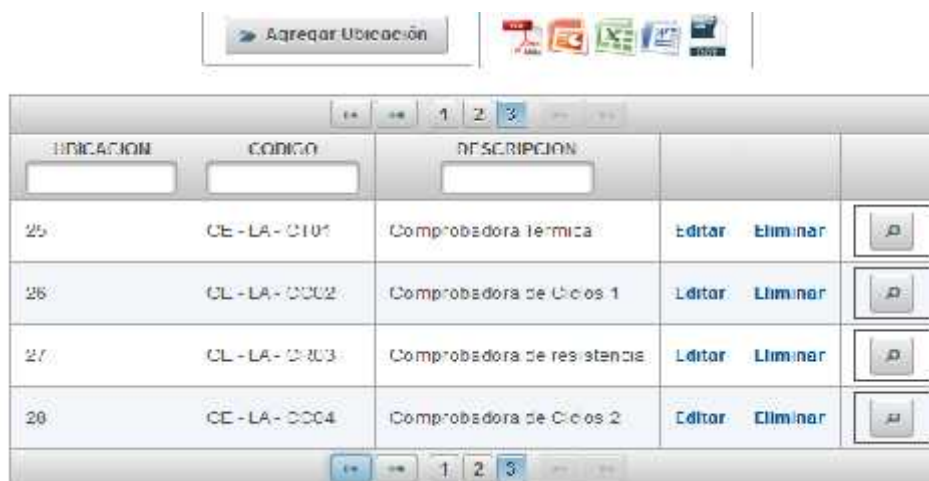


Fuente: Programa SGM

6.3.1 Gestionar ubicación técnica en SGM.Elaborada la codificación de los equipos en el capítulo IV se procede a registrarlos en el programa SGM.

A través de este submenú, nos permitirá ingresar datos correspondientes a las ubicaciones técnicas, presentándose primeramente el listado de todas las ubicaciones ya almacenadas.

Figura 27. Ubicación técnica



Fuente: Programa SGM

Esta página cuenta con un buscador integrado para realizar operaciones sobre ubicaciones técnicas específicas:

Figura 28. Buscador integrado

UBICACION	CODIGO	DESCRIPCION
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fuente: Programa SGM

Esta búsqueda posee filtros, los cuales permitirán que ésta sea más fácil de localizarlos. Una vez establecidos los parámetros, aparecerán automáticamente las ubicaciones técnicas que cumplan con esta condición.

Si desea ingresar una ubicación técnica debe dirigirse al botón:

Figura 29. Agregar ubicación

Gestión

 **Agregar Ubicación**

Fuente: Programa SGM

Al hacer clic aquí, se presentará la siguiente pantalla:

Figura 30. Nueva ubicación

NUEVA UBICACION TECNICA

Ingrese una nueva Ubicacion Tecnica

Codigo *:

Descripcion:

Guardar

Cancelar

Fuente: Programa SGM

Aquí se deben ingresar los datos correspondientes a las ubicaciones técnicas. Los atributos q están con (*) denotan que son campos obligatorios. Si se intenta guardar una ubicación técnica donde falten algunos de estos datos o los datos sean inconsistentes, saldrá un mensaje de error como el siguiente:

Figura 31. Error ubicación

The screenshot shows a web form titled "NUEVA UBICACION TECNICA". Below the title is the instruction "Ingrese una nueva Ubicacion Tecnica". There are two input fields: "Codigo *:" and "Descripcion:". The "Codigo *" field is empty, and a red error message "El Valor del Codigo es requerido." is displayed below the form. At the bottom of the form are two buttons: "Guardar" and "Cancelar".

Fuente: Programa SGM

Una vez que sean ingresado todos los datos y de manera correcta se debe presionar en *Guardar* para que se envíe a guardar la ubicación técnica.

6.3.2 Gestión de equipos en SGM. Se debe ingresar todo los datos correspondientes a los equipos, para tener registrado la procedencia de los activos.

A través de este submenú, nos permitirá ingresar datos correspondientes a los equipos, presentándose primeramente el listado de todos los equipos ya almacenados.

Figura 32. Gestión de equipo

The screenshot shows the "EQUIPOS" management interface. At the top, there are three main buttons: "Gestión", "Asignar Actividades", and "Generar Reportes". Below "Gestión" are two sub-buttons: "Agregar Equipo" and "Asignar Actividad". Below "Asignar Actividades" is a button with a red icon. The main part of the interface is a table with the following columns: "ID EQUIPO", "UBICACION TECNICA", "EQUIPO", "CODIGO", "MARCA", "MODELO", and "FABRICANTE". The table contains four rows of equipment data. At the bottom of the table, there are buttons for "Editar" and "Eliminar" for each row, along with a "Guardar" button.

ID EQUIPO	UBICACION TECNICA	EQUIPO	CODIGO	MARCA	MODELO	FABRICANTE
25	Comprobadora Técnica	Comprobadora Técnica	CT01	INDUSTRIAL	Editar	Eliminar
26	Comprobadora de Cables 1	Comprobadora de Cables	CC02	INDUSTRIAL	Editar	Eliminar
27	Comprobadora de resistencia	Comprobadora de resistencia	CR03	INDUSTRIAL	Editar	Eliminar
28	Comprobadora de Cables 2	Comprobadora de Cables	CC04		Editar	Eliminar

Fuente: Programa SGM

Esta página cuenta con un buscador integrado para realizar operaciones sobre equipos específicos:

Figura 33. Buscador gestión de equipo

ID EQUIPO	UBICACION TECNICA	EQUIPO	CODIGO	MARCA	MODELO	FABRICANTE	DISTRIBUIDOR	AÑO FABRICA
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fuente: Programa SGM

Esta búsqueda posee filtros, los cuales permitirán una búsqueda más óptima de los equipos. Una vez establecidos los parámetros de búsqueda, aparecerán automáticamente los resultados de la búsqueda.

Si desea ingresar un equipo debe dirigirse al botón:

Figura 34. Agregar equipo

EQUIPOS

Gestión <input type="button" value="Agregar Equipo"/>	Asignar Actividades <input type="button" value="Asignar Actividad"/>	Generar Reportes
---	--	-----------------------------

Fuente: Programa SGM

Al hacer clic aquí, se presentará la siguiente pantalla:

Figura 35. Datos de los equipo

NUEVO EQUIPO

Ingrese un nuevo Equipo

Descripción:

Codigo:

Marca:

Modelo:

Fabricante:

Distribuidor:

Año fabricación:

Ubicación:

Fuente: Programa SGM

Aquí se deben ingresar los datos correspondientes a los equipos. Los atributos q están con (*) denotan que son campos obligatorios. Si se intenta guardar un equipo donde falten algunos de estos datos o los datos sean inconsistentes, saldrá un mensaje de error como el siguiente:

Figura 36. Error de datos

- Descripción de Código requerido
- Código requerido y unico

Fuente: Programa SGM

Una vez que sean ingresado todos los datos y de manera correcta se debe presionar en *Guardar* para que se envíe a guardar el equipo. Si no existe ningún error se redirigirá a la página de listas de equipos.

6.3.3 Gestión componentes en SGM. A través de este submenú, nos permitirá ingresar datos correspondientes a los componentes, presentándose primeramente el listado de todos los componentes ya almacenados.

Figura 37. Componentes

COMPONENTES					
<div>Gestión</div> <div>Agregar Componente</div>			<div>Generar Reportes</div> 		
ID COMPONENTE	COMPONENTE	EQUIPO			
1	Cabezal de mercha	Injectora # 1 - N01	Editar	Eliminar	
2	Bomba de succion de POLYISO	Injectora # 1 - NU1	Editar	Eliminar	
3	Tuberia de aspiracion	Injectora # 1 - N01	Editar	Eliminar	
4	Bomba de dosificacion	Injectora # 1 - N01	Editar	Eliminar	
5	Grupo de depositos	Injectora # 1 - N01	Editar	Eliminar	

Fuente: Programa SGM

Esta página cuenta con un buscador integrado para realizar operaciones sobre componentes específicos:

Figura 38. Buscador de componentes

ID COMPONENTE	COMPONENTE	EQUIPO
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fuente: Programa SGM

Esta búsqueda posee filtros, los cuales permitirán una búsqueda más óptima de los componentes. Una vez establecidos los parámetros de búsqueda, aparecerá automáticamente en la lista los resultados de la búsqueda.

Si desea ingresar un componente debe dirigirse al ícono:

Figura 39. Agregar componentes

Gestión	Generar Reportes
 Agregar Componente	

Fuente: Programa SGM

Al hacer clic aquí, se presentará la siguiente pantalla:

Figura 40. Nuevo componente

NUEVO COMPONENTE

Ingrese un nuevo Componente

Los campos con asterisco (*) son campos requeridos.

Descripción * :

Equipo:

Fuente: Programa SGM

Aquí se deben ingresar los datos correspondientes a los componentes. Los atributos q están con (*) denotan que son campos obligatorios. Si se intenta guardar un

componente donde falten algunos de estos datos o los datos sean inconsistentes, saldrá un mensaje de error como el siguiente:

Figura 41. Error

NUEVO COMPONENTE

Ingrese un nuevo Componente

Los campos con asterisco (*) son campos requeridos.

Descripción*

Equipo: INY1 INYECTORA DE ASIENTOS 1

El Campo Descripción es requerido.

Fuente: Programa SGM

Una vez que se han ingresado todos los datos y de manera correcta se debe presionar en *Guardar* para que se envíe a guardar el nuevo componente. Si no existe ningún error se dirigirá a la ventana inicial de componentes.

6.3.4 Gestionar estrategias en SGM.A través de este submenú, nos permitirá ingresar datos correspondientes a las estrategias, presentándose primeramente el listado de todas las estrategias ya almacenadas.

Figura 42. Estrategias

ESTRATEGIAS

Gestión
Generar Reportes

Agregar Estrategia
E. Realizadas
E. Revisadas
E. de Medición

ID ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	DURACIÓN	FRECUENCIA	UNIDAD	TIPO			
2	limpieza del cabezal de nebuliz	10.0	1	Semanal	M	Editar	Eliminar	
3	Bomba de succión de FOL y ISO	2.0	14000	litros	M	Editar	Eliminar	
4	limpieza de tuberías de aspiración	1.0	2000	litros	M	Editar	Eliminar	
5	limpieza de bomba de distribución	1.0	14000	litros	M	Editar	Eliminar	
6	inspección de grupo de depósitos	0.0	1	Semanal	M	Editar	Eliminar	

Fuente: Programa SGM

Esta página cuenta con un buscador integrado o filtros, para realizar operaciones sobre estrategias específicas:

Figura 43. Buscador de estrategia

ID ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	DURACIÓN	FRECUENCIA	UNIDAD	TIPO
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fuente: Programa SGM

Esta búsqueda posee filtros, los cuales permitirán una búsqueda más óptima de las estrategias. A medida que se establecen los valores de cada parámetro, automáticamente aparecerán las estrategias que estén de acuerdo al criterio de búsqueda.

También posee un menú para realizar otras acciones:

Figura 44. Otras acciones

Gestión				Generar Reportes
 Agregar Estrategia	 E. Realizadas	 E. Revisadas	 E. de Medición	

Fuente: Programa SGM

Si desea ingresar una estrategia debe dirigirse al botón:

Figura 45. Agregar estrategia

Gestión			
 Agregar Estrategia	 E. Realizadas	 E. Revisadas	 E. de Medición

Fuente: Programa SGM

Al hacer clic aquí, se presentará la siguiente pantalla:

Figura 46. Nueva estrategia



NUEVA ESTRATEGIA

Ingrese una nueva Estrategia

Los campos con asterisco (*) son campos requeridos.

Actividad * :

Duración (Horas) * :

Frecuencia * :

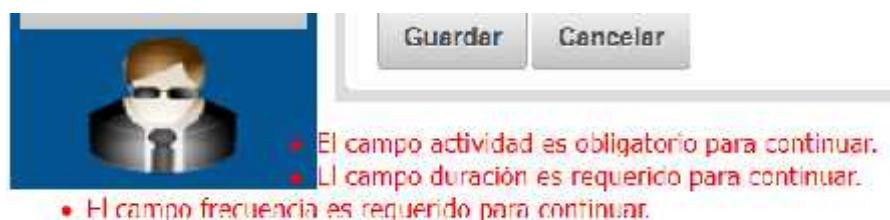
Unidad :

Tipo :

Fuente: Programa SGM

Aquí se deben ingresar los datos correspondientes a las estrategias. Los atributos que están con (*) denotan que son campos obligatorios. Si se intenta guardar una estrategia donde falten algunos de estos datos o los datos sean inconsistentes, saldrá un mensaje de error en la parte inferior, como el siguiente:

Figura 47. Error de estrategia





Fuente: Programa SGM

Una vez que sean ingresado todos los datos y de manera correcta se debe presionar en Guardar para que se envíe a guardar la estrategia. Si no existe ningún error se regresará a la página donde se encuentra la lista de estrategias.

6.3.5 Gestión técnicos en SGM. A través de este submenú, nos permitirá ingresar datos correspondientes a los técnicos, presentándose primeramente el listado de todos ellos ya almacenados.

Figura 48. Técnicos

TÉCNICOS								
Gestión			Generar Reportes					
Agregar Técnico								
ID TECNICO	CEDULA	NOMBRE	APELLIDO	DIRECCION	TELEFONO			
2	1804201570	Diego	Montero	Cd. Espana	0984591858	Editar	Eliminar	
3	1901932524	Arturo	Nevarez	nueva ambato	0987802513	Editar	Eliminar	
4		wilson	Miranda	minarica 2	0998212712	Editar	Eliminar	
5		Edwin	Guajala	izamba	0993779565	Editar	Eliminar	

Fuente: Programa SGM

Esta página cuenta con un buscador integrado para realizar operaciones sobre técnicos específicos:

Figura 49. Buscador de técnicos

CEDULA	NOMBRE	APELLIDO
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fuente: Programa SGM

Esta búsqueda posee filtros, los cuales permitirán una búsqueda más óptima de los técnicos. Se pueden buscar ya sea por la cédula del técnico, por el nombre o por el apellido. Una vez establecidos los parámetros de búsqueda, nos aparecerán automáticamente los resultados de la búsqueda en la lista de técnicos.

Si desea ingresar un nuevo técnico debe dirigirse al ícono:

Figura 50. Agregar técnicos



Fuente: Programa SGM

Al hacer clic aquí, se presentará la siguiente pantalla:

Figura 51. Nuevo técnico

El formulario tiene un título 'NUEVO TECNICO' en rojo. Debajo, el texto 'Ingrese un nuevo Tecnico' indica el propósito. Se encuentran cinco campos de entrada etiquetados como 'Cedula:', 'Nombre:', 'Apellidos:', 'Direccion:' y 'Telefono:'. Al final del formulario hay dos botones: 'Guardar' y 'Cancelar'.

Fuente: Programa SGM

Una vez que sean ingresado todos los datos y de manera correcta se debe presionar en Aceptar para que se envíe a guardar el nuevo técnico. Si no existe ningún se redirigirá a la ventana de lista de técnicos.

6.3.6 Gestión de Repuestos en SGM. A través de este módulo se van ingresar los repuestos que maneja la institución, ya sea para el cumplimiento de alguna actividad o la corrección de alguna falla.


Figura 52. Gestión de repuestos

REPUESTOS

Gestión

Agregar Repuesto

Generar Reportes



ID REPUESTO	DESCRIPCION	STOCK MINIMO	STOCK REAL	COSTO	UNIDAD		
2	SEAL RINGS FOR PUMP AZUK 12-45116	12	12		Unidades	Editar	Eliminar
3	SEAL RINGS FOR PUMP AZUK 20-45116	12	12		Unidades	Editar	Eliminar
4	SEAL RINGS FOR PUMP 45116	12	10		Unidades	Editar	Eliminar
5	SOLENOID SWITCH	1	1		Unidades	Editar	Eliminar
6	NOZZEL PIERCE 1.2mm	1	1		Unidades	Editar	Eliminar

Fuente: Programa SGM

De igual manera, este módulo posee un buscador integrado, para listar los repuestos que cumplan de acuerdo a los parámetros que se establezcan.

Figura 53. Buscador de repuestos

ID REPUESTO	DESCRIPCION	STOCK MINIMO	STOCK REAL	COSTO	UNIDAD

Fuente: Programa SGM

Una vez que se establezcan estos parámetros aparecerán automáticamente los repuestos que cumplan con estos parámetros.

Para Agregar un nuevo repuesto, damos clic en:

Figura 54. Agregar repuestos



Fuente: Programa SGM

De este modo, se dirigirá a la siguiente pantalla:

Figura 55. Nuevo repuesto



Formulario para ingresar un nuevo repuesto. El título es "Ingrese un Nuevo Repuesto". Hay cinco campos de entrada: "Descripción", "Stock Mínimo", "Stock Real", "Costo" y "Unidad". El campo "Unidad" es un menú desplegable con "Unidades" seleccionado. Hay dos botones: "Guardar" y "Cancelar".

Fuente: Programa SGM

Una vez ingresado todos los valores, procedemos a hacer clic en Guardar, si no hay ningún inconveniente se redirigirá a la pantalla inicial de los repuestos.

Desde la pantalla inicial del módulo de Gestión de Repuestos, se podrán editar, eliminar, y comprar el repuesto determinado.

6.4 Reportes

En este menú podemos encontrar otros submenús, tales como, Reporte de Fallas, Plan de Mantenimiento, Actividades Asignadas y las actividades correspondientes a cada técnico.

Figura 56. Reportes



Fuente: Programa SGM

6.4.1 Plan de mantenimiento en SGM. En este submenú se va a mostrar el plan de mantenimiento anual de las actividades. La pantalla que se presentará al hacer clic aquí será:

Figura 57. Plan de mantenimiento

HISTORIAL PLAN DE MANTENIMIENTO

Plan Mantenimiento:

AÑO	ACCION
Plan Mantenimiento 2013	 Ver
Plan Mantenimiento 2014	 Ver

Nuevo Plan

Generar Plan Mntenimiento Año 2015

Fuente: Programa SGM

Aquí se presenta un historial de cada plan de mantenimiento anual. Para acceder a uno específico se debe presionar en el botón **ver**. De este modo, nos dirigiremos a la siguiente página:

Figura 58. Plan anual

[illegible]

Fuente: Programa SGM

Este es el plan de mantenimiento, donde consta de la descripción de la estrategia, el Equipo, la frecuencia, el inicio de semana de la actividad y las semanas del año enumeradas del 1 al 52. Las estrategias se colocarán en el plan de acuerdo a su inicio de semana y a su frecuencia. De acuerdo a la semana que pertenezca la actividad, se va a colocar su duración. En la parte inferior tenemos la suma total de las horas de duración de las actividades en cada semana, y más abajo, la suma total de las horas, el promedio de actividades por semana.

Desde esta página, también podemos ordenar el plan, ya sea por las estrategias o por el equipo. Para hacerlo, debemos dar clic en el ícono que está a lado del título, *estrategia*.

Desde aquí también podemos editar el *Inicio de Semana* de la actividad, con el fin de homogenizar el plan de mantenimiento. Para hacerlo, debemos dirigirnos a la columna del inicio de semana, nótese que en esta columna, los valores están de color azul; al hacer clic en alguno de estos valores, se redirigirá a la siguiente ventana:

Figura 59. Cambio de inicio de semana

CAMBIAR INICIO DE SEMANA PARA LA ESTRATEGIA

EDITAR INICIO DE SEMANA PARA LA ESTRATEGIA



Año:	2014
Estrategia:	inspeccion de Grupo de depósitos
Equipo:	IN01 - Inyectora # 1
Duración:	0.3 horas
Frecuencia:	1 semanas
Inicio de Semana:	1
Nuevo Inicio de Semana:	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; display: inline-block;"> Seleccione una Semana ▼ </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; background-color: #f0f0f0;">Cambiar</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; background-color: #f0f0f0;">Cancelar</div> </div>	

Fuente: Programa SGM

Para cambiar el Inicio de Semana, debemos presionar en la casilla expandible para indicar el nuevo inicio de semana, una vez realizado esto, presionamos en *cambiar*, de este modo se cambiará el inicio de semana. Si no quiere realizar ninguna acción, presione en *cancelar*.

También podemos buscar las actividades de acuerdo a la semana en que se debe realizar. Para esto, nos dirigimos a la parte superior al ícono *reporte por semana*, así accederemos a la siguiente ventana:

Figura 60. Actividades por semana

PLAN DE ACTIVIDADES POR SEMANA

Seleccione una semana para generar plan de Actividades de la Semana:



Año:

2014

Semana:

Aceptar

Cancelar

Fuente: Programa SGM

Elegimos el número de semana y damos clic en *Aceptar*. Al hacerlo, aparecerá esta pantalla:

Figura 61. Plan semana

PLAN MANTENIMIENTO AÑO 2014

OPCIONES


Reporte


PLAN ACTIVIDAD SEMANA 1				
EQUIPO	ESTRATEGIA	DURACION	FRECUENCIA	INICIO DE SEMANA
inyectora # 1 - IN01	inspeccion de Grupo de depósitos	0.1	1	1
inyectora # 1 - IN01	limpieza del cabezal de mezcla	3.0	1	1
inyectora # 2 - IN02	limpieza del cabezal de mezcla	3.0	1	1
inyectora # 1 - IN01	limpieza y revision del armario de mando eléctrico	1.0	2000	1

Fuente: Programa SGM

6.4.2 Reporte fallas en SGM. Aquí se van a ingresar las fallas encontradas durante el proceso de gestión de mantenimiento.

Figura 62. Reporte de fallas

Fuente: Programa SGM

Si desea ingresar una nueva falla diríjase a este ícono:

Figura 63. Nueva falla

Fuente: Programa SGM

De este modo aparecerá la siguiente página para ingresar las fallas:

Figura 64. Reportar nueva falla

Fuente: Programa SGM

Una vez que se hayan establecidos los datos, nos redirigirá a la página inicial de fallas.

En la parte superior de la página encontramos un buscador, donde debemos ingresar los parámetros por los cuales debemos buscar una falla determinada.

Figura 65. Buscador de falla

EQUIPO	NOVEDAD	HORA INICIO	HORA FIN	FECHA INICIO	FECHA FIN	TIEMPO FALLA
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fuente: Programa SGM

Si ya se han colocado los parámetros, aparecerán automáticamente las fallas que cumplan con el criterio de búsqueda.

6.4.3 Actividades asignadas. En esta opción aparecerán todas las actividades que fueron asignadas a los técnicos, de modo que éstos puedan notificar la actividad correspondiente y también cerrar la actividad por parte del planificador.

Figura 66. Actividades asignadas

ACTIVIDADES ASIGNADAS

ID TECNICO	TECNICO	ESTRATEGIA	EQUIPO	ESTADO	NOVEDAD	FECHA	TIEMPO REAL
3	Alvaro Nieves	Impresión de cabeza de mezcla	IND1 - Inyector # 1	Activa			00:00:00
5	edwin Gargala	Impresión y revisión del sistema de mando e hidráulico	IND1 - Inyector # 1	Activa			00:00:00
4	wilson Miranda	Inspección de Grupo de distribución	IND1 - Inyector # 1	Activa			00:00:00
2	Gilgo Mironen	Impresión de cabeza de mezcla	IND2 - Inyector # 2	Activa			00:00:00

Fuente: Programa SGM

El buscador permite especificar las actividades que se desea notificar o cerrar.

Figura 67. Buscador de actividades asignadas

ID TECNICO	TECNICO	ESTRATEGIA	EQUIPO	ESTADO	NOVEDAD	FECHA	TIEMPO REAL
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fuente: Programa SGM

Una actividad se encuentra en estado *activa* una vez que haya sido asignada al técnico, cambia al estado de *realizada* cuando el técnico notifica la actividad, y pasa a *revisada* una vez que el planificador cierra la actividad.

Usted podrá manipular la búsqueda de acuerdo a sus criterios.

Como se dijo anteriormente, en la parte inferior se encuentra el listado de actividades asignadas, donde se podrá realizar ciertas acciones a cada una de ellas.

Las acciones que se pueden realizar en cada actividad son:

6.4.3.1 Notificar Actividad. A través de esta acción el técnico podrá notificar su actividad asignada. Para esto debe dar clic en el *linknotificar*, de esta manera nos redirigiremos a la siguiente página.

Figura 68. Notificar actividades



El formulario tiene un título principal "NOTIFICAR ACTIVIDAD" en rojo. Debajo, un subtítulo "Notifique la Actividad". Las etiquetas y valores son: "Técnico: Diego Montero", "Actividad: limpieza del cabezal de mezcla", "Equipo: Inyectora # 2". Hay tres campos de entrada: "Novedad:" (vacío), "Tiempo Real:" (con el valor "00:00:00") y "Fecha:" (vacío). En la parte inferior hay dos botones: "Aceptar" y "Cancelar".

Fuente: Programa SGM

En la parte superior aparecen el nombre del técnico a quien se le asignó esta actividad, la descripción de la actividad y el equipo al cual se le va a realizar esta actividad.

Se debe ingresar la novedad de la actividad realizada. En la siguiente casilla se debe ingresar la fecha que se realizó la actividad.

Para notificar la actividad presione en *aceptar*, si no quiere notificar presione en *cancelar*.

Cabe destacar que una actividad con estado realizado o revisada no se podrá notificar, es decir, se podrán notificar solo las actividades que están activadas.

6.4.3.2 Elegir Repuesto. Con esta acción vamos a elegir el repuesto que se ha utilizado para realizar la actividad, para esto debemos presionar en el *link repuestos*, de este modo aparecerá una pantalla similar a la vista anteriormente en el módulo de fallas.

Figura 69. Elegir repuesto

ELEGIR REPUESTO

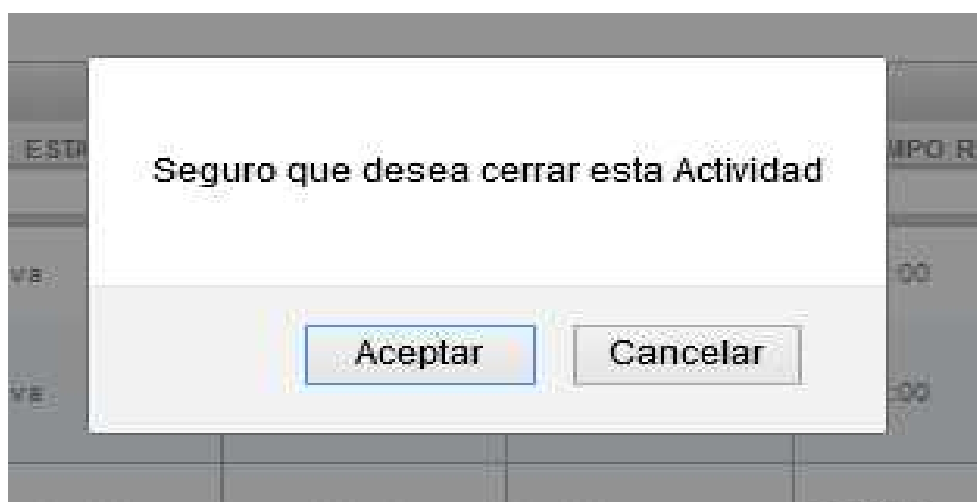
ID REPUESTO	DESCRIPCIÓN	STOCK MINIMO	STOCK REAL	COSTO	
2	SEAL RINGS FOR PUMP A2VK 12 - 40*16	12	12		<input type="button" value="Elegir"/>
3	SEAL RINGS FOR PUMP A2VK 28 - 40*16	12	12		<input type="button" value="Elegir"/>
4	SEAL RINGS FOR PUMP 40/40	12	10		<input type="button" value="Elegir"/>
5	SELECTOR SWITCH	5	2		<input type="button" value="Elegir"/>
6	NOZZEL INSERTS 1.2mm	6	3		<input type="button" value="Elegir"/>

Fuente: Programa SGM

6.4.3.3 Cerrar Actividad. Esta función solo la podrá realizar el planificador la cual permite *cerrar* una actividad, haciendo que pase del estado realizado al estado de revisada. Sólo se podrán cerrar las actividades que ya hayan sido realizadas por los técnicos.

Se nos presentará una página con un mensaje de confirmación para proceder a cerrar la actividad. Si está seguro de hacerlo presione en OK, caso contrario de clic en *cancel*.

Figura 70. Cerrar actividad



Fuente: Programa SGM

6.4.3.4 Visualizar los repuestos utilizados. Esta acción nos permite visualizar los repuestos que se han utilizado en una actividad específica. Presione en el *link* *Mis repuestos* y nos aparecerá la siguiente página donde se muestran el listado de los repuestos que se utilizaron:

Figura 71. Repuestos utilizados



Fuente: Programa SGM

6.4.4 Técnico – actividades. Esta opción es simple y llanamente para visualizar las actividades que le correspondan a cada técnico, al presionar aquí, aparecerá la siguiente página:

Figura 72. Lista de técnicos

LISTA DE TECNICOS				
<div>1</div>				
ID TECNICO	CEDULA	NOMBRE	APELLIDO	
2	1804201570	Diego	Montero	Ver Actividades
3	1801932524	Arturo	Nevarez	Ver Actividades
4		wilson	Miranda	Ver Actividades
5		Edwin	Guajala	Ver Actividades
<div>1</div>				

Fuente: Programa SGM

Lo cual no es nada más que un listado de todos los técnicos de la industria. Para visualizar las actividades de alguno en particular presione en *ver actividad*.

Donde se indica un reporte de las actividades que fueron asignadas a éste, y si ya fueron realizadas, revisadas o si aún están activadas.

6.5 Soporte técnico

Esta opción presenta una ayuda para el usuario que va a manejar el software. Presentando las características del software y cuestiones generales para que pueda funcionar sin inconvenientes.

6.6 Administrador

Este módulo permite al usuario salir del programa o cambiar la contraseña de Inicio de Sesión para evitar accesos no autorizados a la parte modular de la aplicación.

Sólo se podrá acceder a esta página una vez que inicie sesión, es decir, debe escribir el nombre de usuario y contraseña correctamente en la página de inicio de sesión:

Presione el enlace que dice *cambiar contraseña* y se redirigirá a esta página:

Figura 73. Cambiar la contraseña



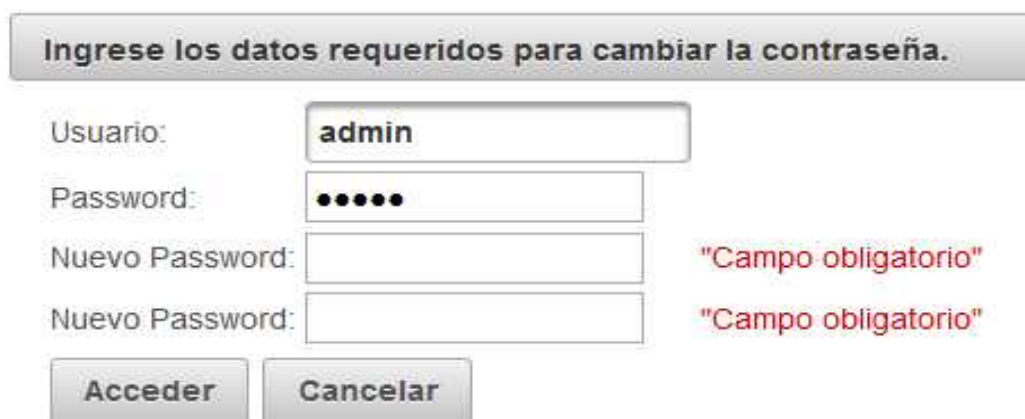
The form is titled "Ingrese los datos requeridos para cambiar la contraseña." It contains four input fields: "Usuario:" with the value "admin", "Password:" with five dots, and two empty "Nuevo Password:" fields. At the bottom are two buttons: "Acceder" and "Cancelar".

Fuente: Programa SGM

Aquí deberá ingresar el nombre de usuario y la contraseña antigua, luego la nueva contraseña y posteriormente repita la nueva contraseña, si los datos están correctos presione en *aceptar* para que se establezca la nueva contraseña; si no desea realizar ninguna acción presione en *cancelar*.

Si los datos de autenticación son erróneos, saldrá el siguiente mensaje:

Figura 74. Error de contraseña



The form is identical to Figure 73, but with red error messages next to the empty "Nuevo Password:" fields: "Campo obligatorio".

Fuente: Programa SGM

CAPÍTULO VII

7. INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO

7.1 Rendimiento del mantenimiento

El rendimiento del mantenimiento es el resultado de la utilización activa de recursos para conservar un bien, o para restaurarlo hasta un estado en el que pueda seguir realizando la función que del mismo se requiere. Esto se puede expresar como un resultado alcanzado o esperado.

El rendimiento del mantenimiento depende de factores tanto externos como internos, tales como: el lugar, la cultura, los procesos de transformación y servicio, el tamaño, el régimen de utilización y la antigüedad; y si consigue mediante información, materiales, metodologías organizativas, herramientas y técnicas operativas.

El rendimiento del mantenimiento es el resultado de actividades complejas que se pueden evaluar por medio de indicadores apropiados, para medir tanto los resultados reales como los esperados.

7.2 Indicadores de gestión para mantenimiento

Considerando que el primer objetivo de trabajo, del área de mantenimiento, es el de propiciar el logro de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción.

Para poder establecer estos factores de efectividad de mantenimiento, deberá ir acompañado de otros factores (índices secundarios), que permitan evaluar, analizar y pronosticar su comportamiento.

Entre la siguiente lista se incluye un conjunto de indicadores, que permitirá medir de forma técnica, y mediante costos, la efectividad del mantenimiento.

- Indicadores de efectividad
- Indicadores secundarios
- Indicadores de accidentabilidad
- Indicadores de costo de mantenimiento por facturación

- Indicadores de mano de obra externa
- Indicadores de costos de mantenimiento preventivo por mantenimiento totales
- Indicadores de ingeniería de mantenimiento

Todas las actividades pueden medirse, así puede asegurarse que las actividades vayan en el sentido correcto y permitiendo evaluar los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades.

7.3 Beneficios derivados de los indicadores

Entre los diversos beneficios que puede proporcionar a una organización la implementación de un sistema de indicadores de gestión se tienen el monitoreo del proceso y el mejoramiento continuo solo es posible si hacen un seguimiento exhaustivo a cada eslabón de la cadena que conforma el proceso.

Las mediciones son las herramientas básicas no solo para detectar las oportunidades de mejorar, sino además para implementar las acciones.

7.4 Indicadores

Característica (o conjunto de características) de un fenómeno medido, de acuerdo con una formula dada, que evalúa la evolución.

7.4.1 Disponibilidad. La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparado para producción en un periodo de tiempo determinado, **o sea que no** esté parada por averías o ajustes.

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Dónde:

D = Disponibilidad

To = Tiempo total de operación

Tp = Tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimiento planificado, o por paradas de producción, dado a que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir, de forma más practica a través de los tiempos medios entre fallo y de reparación.

Vemos que la disponibilidad depende de:

La frecuencia de la falla.

El tiempo que nos demande en reanudar el servicio.

Así, se tiene que:

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

Dónde:

TPEF = Tiempo promedio entre fallos

TPPR = Tiempo promedio de reparación

7.4.2 Fiabilidad. Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas.

El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempo entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

7.4.2.1 Tiempo promedio entre falla. Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio.

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

Dónde:

HROP = Hora de operación

NTFALLAS = Numero de fallas detectadas

7.4.3 Mantenibilidad. Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados

Por tanto, la media de tiempo de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

Dónde:

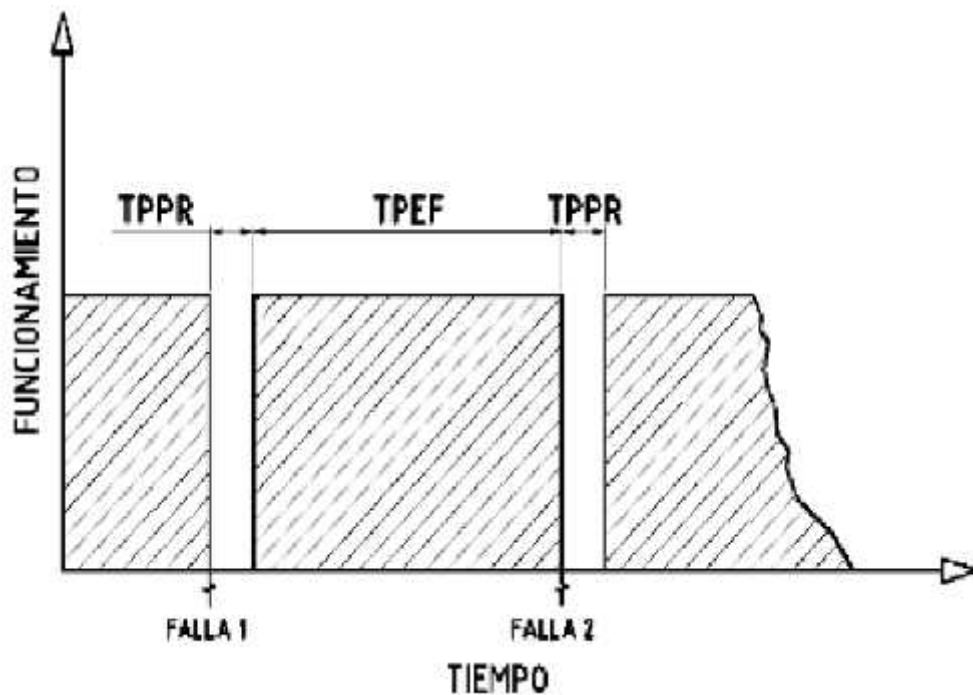
TTF = Tiempo total de fallas

NTFALLAS = Número de fallas detectadas

7.4.3.1 Tiempo promedio para reparación. Tiene relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallas detectadas, en el periodo observado.

La relación existente entre el tiempo promedio entre fallas debe estar asociada con el cálculo del tiempo promedio para la reparación.

Figura 75. Interpretación grafica de los índices TPEF, TPPR, TPPR



Fuente: Gestión de mantenimiento

7.5 Indicadores secundarios

Como complemento se necesita indicadores secundarios, que muestran de qué manera impactan sobre los indicadores principales, cada uno de los aspectos parciales de gestión.

7.5.1 Indicadores de accidentabilidad. Son indicadores asociados directamente con la concepción del mantenimiento como negocio, son indicadores que están en función de factores, aparentemente ajenos al mantenimiento, como es el caso de número de accidentes y horas de funcionamiento de una planta, área o equipo dentro del proceso y son muy útiles para la gestión del mantenimiento.

$$INDICADORES\ ACCIDENTES = \frac{NÚMERO\ DE\ ACCIDENTES}{HORAS\ TRABAJADAS\ (DIAS)} \times 100$$

7.5.2 Indicadores de mano de obra externa. El presente índice revela la relación entre los gastos totales de mano de obra externa como contratación eventual y/o gastos de mano de obra proporcional a los servicios de contratos permanentes, y la mano de obra total empleada en los servicios, durante el periodo considerado.

$$CMOE = \frac{(Totalidad)CMOC}{(Totalidad)(CMOC + CMOP)}$$

Dónde:

CMOE = Costo de mano de obra externa

CMOC = Costo de mano de obra contratada

CMOP = Costo de mano de obra permanente (contratada – directa)

7.5.3 Indicadores de costo de mantenimiento preventivo por mantenimiento total. Este indicador pone de manifiesto el grado de utilización de técnicas preventivas frente a las correctivas.

$$CPTC = \frac{CP}{CTM}$$

Dónde:

CPTC = Costo de mantenimiento preventivo por mantenimiento totales

CP = Costo preventivo

CTM = Costo total de mantenimiento (preventivo + correctivo)

CAPÍTULO VIII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

Se realizó el plan de mantenimiento preventivo planificado con la utilización de un software para la empresa CEPOLFI INDUSTRIAL C.A, el cual se elaboró de una forma muy profesional, se investigó las condiciones iniciales de la empresa para así saber cómo se encuentra la empresa y determina que es lo que requiere para el buen funcionamiento de las maquinas, se realizó la codificación de las maquinas utilizando máscaras de tratamiento y niveles jerárquicos para poder localizarle los equipos dentro de la empresa con facilidad.

Se realizó un análisis de restricción para así poder identificar el por qué la empresa no se encuentra producción en mayores cantidades llegando a la conclusión que la restricción es externa debido a que las piezas que se elabora necesita secarse a la velocidad del calor del medio ambiente.

Se determinó mediante el análisis de criticidad y la AMEF a que equipos se debe realizar mantenimiento sus tareas con sus respectivas frecuencias.

Se realizó la selección del software mediante las funciones y herramientas que necesita la empresa, cumpliendo con mayor porcentaje el SGM PRO ya que es muy fácil de usarlo y económico por lo cual en software con el mantenimiento preventivo planificado se encuentra ejecutándose en CEPOLFI INDUSTRIAL C.A.

8.2 Recomendaciones

Considerar los parámetros definidos en cada función del software SGM PRO, y el aporte de las herramientas que proporcionan mejor manejo de la información de la gestión del mantenimiento asistido por computador. Para la implementación de este servicio, es necesario que el personal de mantenimiento conozca los alcances y la importancia de su integración al sistema, así como la constante capacitación.

Mejorar aspectos de inconformidad encontrados en la situación actual de la gestión del plan de mantenimiento, por lo que se aconseja a cada departamento de mantenimiento:

Planificar las intervenciones correctivas a equipos no críticos que no llevan documentación de actividades.

Realizar el estudio del historial de intervenciones con herramientas de ingeniería de confiabilidad, ya que por no hacerlo, se ha incrementado las intervenciones de emergencia.

Analizar los costos generados por mantenimiento preventivo y correctivo, para establecer un equilibrio en los costos de mantenimiento por intervención.

BIBLIOGRAFÍA

ANDREWS, G. 1963.*Mantenimiento y buen orden de la fábrica.* México : s.n., 1963.

ARGÜELLO, N. 1960.*Mantenimiento de plantas industriales.* México : s.n., 1960.

BLANCHARD, B. 1964.*MAINTAINABILITY, ed. Mc graw hill, . usa* : s.n., 1964.

CIA, SUDAMERICANA DE VALORES. 1970.*Mantenimiento Preventiva Y Planificada.* Chile : s.n., 1970.

MORROW, I. 1974.*Manual de mantenimiento industrial tomo I II III.* México : s.n., 1974.

PRANDO, R. 1996.*Manual gestión de mantenimiento a la medida.* Asuncion : s.n., 1996.

VARGAS, Z. 1983.*Organización del mantenimiento industria.* ESPOL : s.n., 1983.

www.CEPOLFI.com/.